

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE

ANNALI DELLA SPERIMENTAZIONE AGRARIA

NUOVA SERIE

VOL. IV - NUM. 4

ROMA
ISTITUTO POLIGRAFICO DELLO STATO
1950



COMITATO DI REDAZIONE

BARTOLO MAYMONE, *presidente*; ANTONIO BIRAGHI, VINCENZO CARRANTE,
LUIGI MARIMPIETRI, ENRICO PANTANELLI e FRANCESCO SCURTI, *membri*.

La responsabilità scientifica di tutto quanto è pubblicato negli
Annali della Sperimentazione Agraria spetta ai rispettivi autori.

PROPRIETÀ LETTERARIA E ARTISTICA RISERVATA

È vietata la riproduzione di testi e illustrazioni dagli *Annali della
Sperimentazione Agraria* senza citarne chiaramente la fonte.

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE

ANNALI DELLA SPERIMENTAZIONE AGRARIA

NUOVA SERIE

VOL. IV - NUM. 4

ROMA
ISTITUTO POLIGRAFICO DELLO STATO
1950

Digitized by the Internet Archive
in 2025

SOMMARIO

S. CAMPANILE: Potassio solubile in acqua del suolo e fabbisogno in concimazione. [Soluble potassium in soil water and estimation of fertilizer required]	475
L. TOMBESI: Fotosintesi, quoziente respiratorio, traspirazione, attività catalasica ed ossidastica di alcune specie vegetali in rapporto alle disponibilità idriche del suolo. Nota I. [Photosynthesis, respiratory quotient, transpiration, catalase and oxydase activity of certain plants in relation to the soil water availability. I.]	481
L. TOMBESI: Fotosintesi, quoziente respiratorio, traspirazione, attività catalasica ed ossidastica di alcune specie vegetali in rapporto alle disponibilità idriche del suolo. Nota II. [Photosynthesis, respiratory quotient, transpiration, catalase and oxidase activity of certain plants in relation to the soil water availability. II.]	511
R. FORLANI: Ibridazioni interspecifiche e intergeneriche di Graminacee. [Hybridization between species and genera of Gramineae]	537
R. FORLANI: Un ibrido di <i>Aegilops ovata</i> × <i>Secale cereale</i> . [A hybrid of <i>Aegilops ovata</i> × <i>Secale cereale</i>]	561
L. GOBIS: Ricerche sul meccanismo di formazione dell'acido citrico nel corso della fermentazione alcolica. [Researches on the mechanism of the formation of citric acid in the course of alcoholic fermentation].	569
A. PIROVANO: I limiti utili di coltura del pero in clima caldo-arido. [The practical limits of the culture of the pear in a hot arid climate]	579
B. MAYMON, A. BATTAGLINI e M. TIBERIO: Ricerche sulla digeribilità e sul valore nutritivo dei cascami della lavorazione industriale del corozo americano (<i>Phytelephas</i> spp.) e del corozo dum (<i>Hyphaene</i> spp.). [Researches on the digestibility and nutritive value of residues from the industrial treatment of vegetable ivory of ivory nut palms (<i>Phytelephas</i> spp.) and of doum palms (<i>Hyphaene</i> spp.)]	603
C. ANTONIANI e A. MONZINI: Contributi alla conoscenza del contenuto vitaminico dei prodotti agrari e d'uso agrario. Nota II. - Il contenuto in vitamina B ₁ dei foraggi di marcite irrigate con acque cloacali in confronto con quello dei foraggi delle marcite irrigate con acque chiare. [The vitamin content of produce and products used on the farm. II. Vitamin B ₁ content of fodders from meadows irrigated with sewer waters as compared with that of fodders from meadows irrigated with clean waters].	625

- G. ROCCHETTI: **Digeribilità dei protidi delle soie in farine integrali e disoleate con solventi diversi.** [Digestibility of proteins in whole soybean meals and in meals having the oils extracted by different solvents] 631
- A. CICCARONE: **I "frutti strozzati" del pomodoro "San Marzano".** [The 'grooved fruits' of the tomato variety 'San Marzano'] 647
- J. AMICI FABRICATORE: **Azione del freddo su foglie di vite.** [Action of cold on grapevine leaves] 667
- R. GIGANTE: **Modificazioni anatomiche in foglie di pesco colpite da freddo.** [Anatomical irregularities in peach leaves induced by cold] 675

SILVIA CAMPANILE

POTASSIO SOLUBILE IN ACQUA DEL SUOLO E FABBISOGNO IN CONCIMAZIONE

I metodi di determinazione del fabbisogno in concimazioni potassiche, basati sulla solubilità in acqua del potassio del suolo, nel fissare il limite per giudicare se il terreno abbia o no necessità di concimazione, tengono conto soltanto delle colture che dovranno praticarvisi.

Così, mentre il metodo N e m e c fissa i seguenti valori minimi al disotto dei quali il terreno sarebbe bisognoso di concimazione: barbabietola da 35 a 40 mgr. di K_2O solubile in acqua per kg. di terreno; patata 25 mgr.; orzo 20 mgr.; avena 16; grano 15; Roemer, Dirks e Gunther stabiliscono invece i seguenti limiti: patata 40 mgr. di K_2O ; barbabietola ed orzo 30; avena 20 mgr. per kg. di terreno.

Nessuno di essi tiene conto, nello stabilire i suddetti limiti, della natura del suolo soprattutto in relazione al contenuto in colloidi ed al grado di saturazione basica di questi.

Per una stessa coltura infatti i limiti dovrebbero variare a seconda che trattasi di terreni sabbiosi o di terreni fortemente argillosi od umici. Essi dovrebbero risultare più alti per i primi e più bassi per i secondi, e cioè al disopra di un certo valore minimo, in rapporto inverso al potere assorbente del terreno di fronte a gli ioni potassici.

* * *

Alfine di mettere in luce l'importanza che riveste la natura chimico-fisica del suolo per giudicare, in base al contenuto in potassio solubile in acqua, sul fabbisogno in concimazioni potassiche, abbiamo ritenuto interessante determinare su un terreno acido umifero dei

Colli Albani (Rocca Priora, vedi tabella I) e su due terreni acidi dell'Agro Pontino: (Latina, vedi tabella II) argillo-sabbioso, (Isonzo, tabella III) sabbioso-limoso, non soltanto il potassio solubile in acqua, ma il comportamento dei terreni stessi verso aggiunte di soluzioni contenenti quantità crescenti di solfato potassico dell'ordine di quelle usate nella pratica.

I tre terreni in prove parcellari di concimazione su numerose colture si erano dimostrati differentemente bisognosi di potassio e precisamente: il terreno di Rocca Priora fortemente bisognoso per tutte le colture, il terreno Latina soltanto per le colture potassicole, in particolare patata, ed il terreno Isonzo non bisognoso di potassio per nessuna coltura.

La somministrazione al terreno di Rocca Priora di 3 q.li per ha. di solfato potassico (150 kg. di K_2O) ed a quello di Latina di 2 q.li per ha. (100 kg. di K_2O) era più che sufficiente ad es. per soddisfare le esigenze alimentari delle colture più tipicamente potassofile quale ad esempio la patata.

TABELLA I

ROCCA PRIORA

Natura del suolo: acido umifero

Analisi meccanica

Scheletro su 1000 parti di terra secca all'aria	192,00
Terra fina su 1000 parti di terra secca all'aria	808,00

su 100 parti di terra fina

Sabbia media mm. (1-0,2)	22,7
Sabbia fina (mm. 0,2-0,06)	15,7
Sabbia finissima (mm. 0,06-0,02)	22,8
Limo fino (mm. 0,02-0,006)	12,2
Limo finissimo (mm. 0,006-0,002)	8,7
Argilla (inferiore a mm. 0,002)	17,9

Analisi chimica

Calcare	assente
Reazione in pH	5,2
Grado di saturazione basica (metodo Kappen)	% 21,2
Grado di saturazione basica (metodo Hissink)	» 6,5
Azoto totale (metodo Kjeldahl)	» 0,75
Humus	» 19
K_2O solub. in HCl bollente	» 0,61
K_2O scamb. mgr.	» 10

TABELLA II

LATINA

Natura del suolo: argillo-sabbioso, di colore grigio marrone

Analisi meccanica

Scheletro su 1000 parti di terra secca all'aria	35
Terra fina su 1000 parti di terra secca all'aria	965
su 100 parti di terra fina	
Sabbia media (mm. 1-0,2)	16,50
Sabbia fina (mm. 0,2-0,06)	33,10
Sabbia finissima (mm. 0,06-0,02)	5,80
Limo fino (mm. 0,02-0,006)	9,20
Limo finissimo (mm. 0,006-0,002)	11,7
Argilla (inferiore a mm. 0,002)	23

Analisi chimica

Calcare	assente
Reazione in pH	5,85
Grado di saturazione basica (metodo Kappen)	% 45,5
Azoto totale (metodo Kjeldahl)	» 0,045
Humus	» 0,80
Ossido di potassio solub. in HCl conc.	» 0,23
Ossido di potassio scamb. mgr.	» 9

TABELLA III

ISONZO

Natura del suolo: sabbioso-limoso leggermente argilloso, di colore grigio chiaro

Analisi meccanica

Scheletro su 1000 parti di terra secca all'aria	18
Terra fina su 1000 parti di terra secca all'aria	982
su 100 parti di terra fina	
Sabbia media (mm. 1-0,2)	14,05
Sabbia fina (mm. 0,2-0,06)	40,20
Sabbia finissima (mm. 0,06-0,02)	8,30
Limo fino (mm. 0,02-0,006)	13,15
Limo finissimo (mm. 0,006-0,002)	10,00
Argilla (inferiore a mm. 0,002)	14,30

Analisi chimica

Calcare	assente
Reazione in pH	5,85
Grado di saturazione basica (metodo Kappen)	% 34,3
Azoto totale (metodo Kjeldahl)	» 0,04
Humus	» 0,85
Ossido di potassio solub. in HCl conc.	» 0,21
Ossido di potassio scamb. mgr.	» 20

Procedimento adottato nelle prove. — Per ognuno dei terreni presi in esame, quattro campioni di gr. 30 di terreno secco all'aria e campionato al vaglio di 2 mm. vengono trattati rispettivamente con 100 cc. di acqua distillata, e con 100 cc. di soluzione acquosa contenente 0,5-1-1,5 mgr. di K_2O sotto forma di solfato potassico corrispondente a 50-100-150 kg. di K_2O per ettaro *. Dopo un contatto di circa 24 ore, durante il quale le soluzioni vengono agitate di frequente, si decanta e si centrifuga per 20-25 minuti (a circa 2000 giri al minuto). Sopra una parte aliquota dell'estratto di ciascuna prova viene determinata la K_2O colorimetricamente con il metodo Barbier. Non avendo reazioni speciali per la determinazione colorimetrica di questo ione, esso viene dosato indirettamente precipitandolo allo stato di cobalti-nitrito-sodico-potassico e determinando infine i nitriti al colorimetro.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

Esaminando i risultati delle prove che abbiamo riunito nella tabella IV innanzi tutto notiamo che i terreni in studio dovrebbero essere tutti bisognosi di concimazioni potassiche poichè presentano un contenuto in K_2O solubile in acqua, molto al disotto del limite minimo di 2 mgr. per 100 gr. di terra stabilito dai vari autori innanzi ricordati e precisamente:

Il terreno di Rocca Priora fornisce una quantità di potassio solubile in acqua pari a mgr. 0,53 per 100 gr. di terreno; quello di Latina 0,54 e quello di Isonzo 0,75.

Va subito notato che quest'ultimo terreno sia dal contenuto in potassa scambiabile (20 mgr. di K_2O per 100 gr. di terreno pari a 600 kg. per ettaro) sia dalle prove in campo non si è dimostrato bisognoso di concimazioni potassiche, mentre dai dati del potassio solubile in acqua risulterebbe carente di questo elemento, per gli altri due terreni, invece, il giudizio sul fabbisogno in concimazione che può trarsi dal potassio solubile in acqua, si accorda con quelli dedotti sia dal potassio scambiabile che dalle prove parcellari.

Per quanto concerne invece la fissazione potassica, i terreni ricchi in colloidi sia organici che minerali ed insaturi di basi, come era da prevedersi, sono quelli che hanno dato i valori più elevati.

* Il rapporto di 30 gr. di terreno in 100 cc. di acqua è stato impiegato da Nè m e c nella determinazione del potassio solubile in acqua.

TABELLA IV

Comportamento del terreno
di fronte ad aggiunte di solfato potassico

K ₂ O aggiunta		K ₂ O restata in soluzione		K ₂ O fissata	
per 100 gr. mgr.	per ha. kg.	per 100 gr. mgr.	per ha. kg.	per 100 gr. mgr.	per ha. kg.
Rocca Priora					
0	0	0,53	15,9	—	—
1,66	50	0,63	18,9	1,56	46,8
3,33	100	0,73	21,9	3,13	94,0
5,0	150	0,90	27,0	4,63	138,9
Latina					
0	0	0,54	16,2	—	—
1,66	50	0,60	20,1	1,53	45,9
3,33	100	0,80	24,0	3,07	92,1
5,0	150	1,13	33,9	4,41	132,3
Isonzo					
0	0	0,75	22,5	—	—
1,66	50	1,13	33,9	1,28	38,4
3,33	100	1,56	46,8	2,53	75,6
5,0	150	2,00	60,0	3,75	112,5

I terreni di Rocca Priora e Latina infatti ricchi in colloidi sia minerali che organici per l'aggiunta di 150 kg. di K₂O per ha. (3 q.li di solfato potassico) elevano il loro contenuto in potassio solubile in acqua da 0,53 e 0,54 per 100 gr. di terreno rispettivamente a 0,90 e 1,13, mentre il terreno Isonzo povero in colloidi per una stessa aggiunta passa da mgr. 0,75 a mgr. 2,0 % gr. di terra.

Questi risultati stanno a dimostrare che il voler fissare dei limiti per giudicare se un terreno è bisognoso o no di concimazioni potassiche in base al solo potassio solubile in acqua non risponde per la pratica delle concimazioni.

Per i terreni presi in esame i limiti ad es. di 2 mgr. per 100 gr. di terreno per le colture cerealicole e tanto meno quello di 3 o 4 mgr. per le colture potassofile appaiono senza dubbio troppo elevati: abbiano visto infatti che fornendo una forte dose di sali potassici (pari a 3 q.li di solfato potassico per ha.) nei due primi terreni ricchi in colloidi sia minerali che organici, il contenuto in potassa solubile in acqua tocca 1 mgr. per 100 gr. di terra mentre nel terreno

sabbioso-limoso povero di colloidi raggiunge una concentrazione circa doppia (2 mgr.).

Pertanto per i terreni acidi ricchi in colloidi i limiti fino ad oggi considerati per stabilire il fabbisogno in concimazione in base al potassio solubile in acqua vanno sensibilmente diminuiti e messi in relazione al potassio scambiabile.

RIASSUNTO

Dopo aver posto in luce come per giudicare del fabbisogno di un determinato terreno in concimazioni potassiche in base al solo potassio solubile in acqua non si debba tener conto soltanto delle colture che dovranno praticarvisi, ma anche della natura chimico-fisica del suolo, si dimostra come per i terreni acidi ricchi in colloidi i limiti fino ad oggi suggeriti vadano sensibilmente diminuiti, tenendo conto dei valori del potassio scambiabile.

SUMMARY

SOLUBLE POTASSIUM IN SOIL, WATER AND ESTIMATION OF FERTILIZER REQUIRED

by SILVIA CAMPANILE

In order to judge the requirements of potassium dressings based only on the amount of water-soluble potassium, both the type of crop to be grown and the physico-chemical properties of the soil must be considered. For acid soils rich in colloids the rates so far suggested have to be lowered, taking into account the amount of exchangeable potassium.

BIBLIOGRAFIA

- NĚMEC, A. *Dtsch. Landw. Presse*, 1926, 53, 463.
ROEMER, TH., DIRKS, B., u. GÜNTHER. *Landw. Ztg.*, 1924, 22, 17.
BARHER, G., *Chimie-Industrie*, 1932, n° 3 bis.
ZANINI, E., *Annali Stazione Chimico-Agraria Roma*, 1936, serie II, vol. XV; 1938-39, vol. XVI.

LUCIANO TOMBESI

FOTOSINTESI, QUOZIENTE RESPIRATORIO, TRASPIRAZIONE, ATTIVITÀ CATALASICA ED OSSIDASICA DI ALCUNE SPECIE VEGETALI IN RAPPORTO ALLE DISPONIBILITÀ IDRICHE DEL SUOLO

NOTA I

INTRODUZIONE

Nel presente lavoro tratteremo di un complesso di ricerche iniziate nel 1946 presso la Stazione chimico-agraria sperimentale di Roma, miranti a stabilire i rapporti esistenti tra alcuni processi fondamentali dei vegetali: fotosintesi, traspirazione, respirazione, quoziente respiratorio ed alcuni gruppi enzimatici: catalasi ed ossidasi.

Nella Nota I esponiamo i dati relativi alla traspirazione ed ai consumi idrici unitari.

Sentiamo l'obbligo di esprimere il più vivo ringraziamento ai nostri collaboratori dott. S. Fortini, dott.ssa M. Veneziane e dott.ssa M. Tarantola, che hanno contribuito alla raccolta dei numerosi dati; in alcuni lavori in corso di stampa essi completeranno gli studi oggetto del presente lavoro e porteranno a conoscenza degli studiosi di tali problemi le complesse relazioni esistenti tra il contenuto in deidrase ossitrope e la simbiosi batterica di alcune Leguminose, tra quegli enzimi e la maturazione dei semi oleaginosi di diverse specie.

Tali ricerche, peraltro, non finì a sè stesse furono da noi riferite ad un particolare fattore pedologico: il contenuto acqueo del suolo per stabilire se, ed in quale misura, quest'ultimo potesse far variare od alterare le funzioni vitali sopra accennate.

Poichè in questi ultimi anni al chimismo riguardante la fotosintesi e la respirazione sono stati apportati notevolissimi contributi sperimentali, crediamo utile, ai fini di una migliore comprensione delle ricerche che stiamo per esporre, soffermarci su tali preziose acquisizioni che hanno profondamente modificato la fisionomia di alcuni settori del metabolismo dei vegetali.

Con la scorta dei dati termodinamici relativi alle varie reazioni interessanti tali problemi fu stabilito che i processi fotochimici primari per poter effettuarsi necessitavano di vari sistemi redox capaci di agire tramite l'intervento di enzimi specifici; tali sistemi aventi la funzione di trasportatori di idrogeno costituirebbero i substrati sui quali si andrebbe ad effettuare la fotoriduzione.

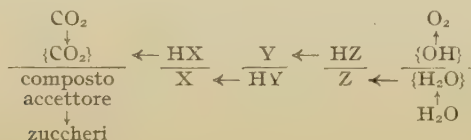
Rabinowitch e Weis (1937) individuarono uno di questi trasportatori nella clorofilla. Essi dimostrarono che il pigmento verde è ossidabile reversibilmente ad un composto decolorato (ossiclorofilla) e che la sua ossidazione può avvenire per mezzo di una reazione fotochimica.

La reazione che essi indicarono con $\{O\ Chl\ HX\} \rightleftharpoons \{Chl\ X\}$ è molto rapida nelle sue trasformazioni allorchè è in cellula ed è stato dimostrato che i due prodotti sono legati in un complesso di natura non ben definita.

Dopo che Reid (1936) e Moldtmann (1939) notarono che la concentrazione dell'acido ascorbico aumentava in seguito ad intensa assimilazione, Bukatsch individuò un secondo trasportatore in tale acido. Tenendo conto dei due livelli di riduzione $L = 0,833$ ed $L = 0,75$ del sistema ac. ascorbico $\rightleftharpoons$ ac. deidroascorbico, e delle ricerche di Ball (1937) che stabilirono per quest'ultimo un potenziale normale a $pH = 7$ di $E_0 = -0,057$ ed una costante di dissociazione di circa $6,2 \times 10^{-5}$ ($pK = 4,21$), costante che permette all'acido ascorbico di essere presente nei tessuti in gran parte sotto forma anionica e di complessi metallorganici, Bukatsch sviluppò uno schema in cui la clorofilla poteva essere ossidata e ridotta in presenza del « sistema ausiliario redox » come egli lo definì, costituito dall'acido in questione.

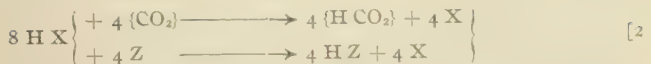
Studi paralleli intesi a stabilire gli agenti capaci di costituire la catena di altri possibili trasportatori catalitici consentirono al Rabinowitch (1940) di costruire il seguente schema sommario:

SCHEMA I



in cui X, Y, Z, simbolizzano i sistemi adiacenti di ossidoriduzione.

Considerando ora che non si hanno argomenti in favore che possano far pensare ad un processo fotochimico primario diretto sia della CO_2 che dell' H_2O e ricordando come la teoria dei quattro quanti non sia sufficiente a coprire il fabbisogno energetico della fotosintesi (120 Kcal per mole) in quanto è necessario tener conto delle perdite di energia che si hanno nella stabilizzazione dei composti intermediari non stabili, si può interpretare lo schema I con le seguenti equazioni (teoria degli otto quanti):



È da tener presente che il complesso $\{ \text{CO}_2 \}$ ha valore di composto accettore di idrogeno che, come vedremo in seguito, può essere sostituito da altri i quali, sembra ormai accertato, entrano a far parte della fotosintesi. Così anche $\{ \text{CH}_2\text{O} \}$ ha solo valore dimostrativo.

Poichè in seguito agli studi sui potenziali di ossidoriduzione di vari biocatalizzatori, quali ad esempio i derivati della piridina il cui meccanismo di azione si può riassumere secondo la:

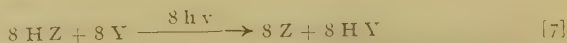


(potenziale da + 0,25 a + 0,30 Volta ph7), e quelli basati sul gruppo solfidrilico (cisteina-cistina):



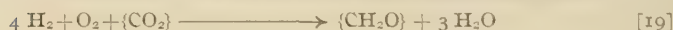
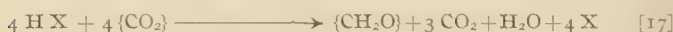
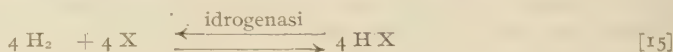
(potenziale intorno a + 0,35, + 0,40 Volt a ph = 7), con emoglobina e il citocromo C (potenziali che oscillano da — 0,21 a — 0,26 Volt), idrogenasi (potenziale + 0,42 Volt), ecc., si vide che nessuno di essi era capace di ridurre direttamente la CO_2 o il gruppo carbossilico richiedenti un potenziale di circa + 0,56 Volt, Rabinowitch ed altri ricercatori emisero l'ipotesi che la prima trasformazione del prodotto di riduzione fotochimica HX è una dismutazione in H_2X e X , e ciò perchè a parte il fatto che solo una piccola quantità di energia si perde in questo processo, il potere riducente dell'intermediario saturo H_2X non è eccessivamente minore di quello del radicale HX .

Ora, ammettendo che un secondo sistema catalizzatore $\text{Y} - \text{H}_2\text{Y}$ sia inserito tra $\text{Z} - \text{HZ}$ e $\text{X} - \text{H}_2\text{X}$ non solo si può interpretare con maggior coerenza la teoria degli otto quanti, ma purchè il potenziale medio del sistema $\text{Y} - \text{H}_2\text{Y}$ non sia molto dissimile da quello del sistema $\text{X} - \text{H}_2\text{X}$ si rende possibile la reazione [9] e, per il fatto che HX è meno stabile del radicale HY può realizzarsi la dismutazione di energia nelle reazioni [10] e [11] sotto riportate:

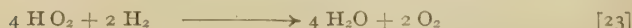
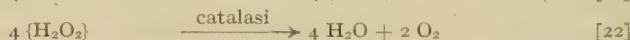
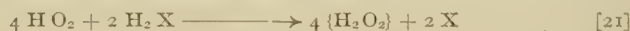




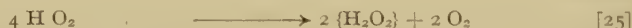
Una ulteriore interpretazione del processo chemiosintetico con l'idrogeno come riducente che va a sostituire il gruppo H_2Y e l'ossigeno come ossidante in luogo di Z porta al seguente meccanismo:



In pratica il radicale H O_2 non viene sottoposto ad una doppia dismutazione tra H_2O e O_2 come postulato nella [18] ma viene ridotto dall'idrogeno (azione del sistema H_2Y ?) ad un perossido e quindi dismutato. Tale modo di pensare è espresso dalle seguenti formule:

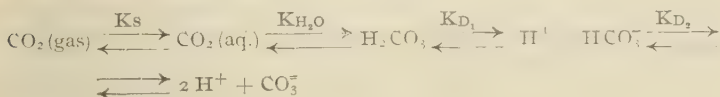


In assenza di catalasi il gruppo H O_2 può subire una dismutazione in perossido e in ossigeno e poi ridotto:



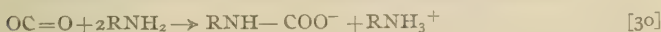
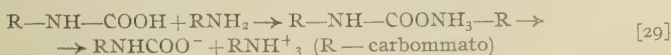
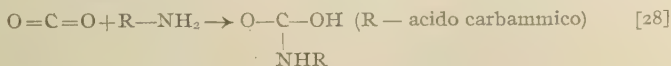
Riferendosi allo schema II (vedi avanti) è necessario chiarire il passaggio $\text{CO}_2 \longrightarrow \{ \text{CO}_2 \}$ includente reazioni non fotochimiche (B l a k m a n n ,

1905). Anzitutto il primo agente atto a solubilizzare la CO_2 nei tessuti è ovviamente l' H_2O secondo i noti equilibri:



che possono essere influenzati secondo il principio di Le Chatelier - Brown da cationi i cui carbonati siano poco solubili (Ca^{++} e Mg^{++}); inoltre, le reazioni che possono condurre ad assorbimento di CO_2 in seno al protoplasma secondo Rabinowitch possono essere:

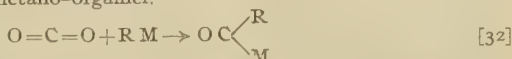
da parte delle ammine:



con formazione di esteri (Baur e Namek 1940):



da parte di composti metallo-organici:



Secondo il Roughton (1940) notevole è l'importanza che nella fissazione reversibile della CO_2 ha un enzima specifico isolato dalle emazie: l'anidrasi carbonica.

Tra la CO_2 e l'enzima si verrebbe a stabilire un equilibrio del tipo:

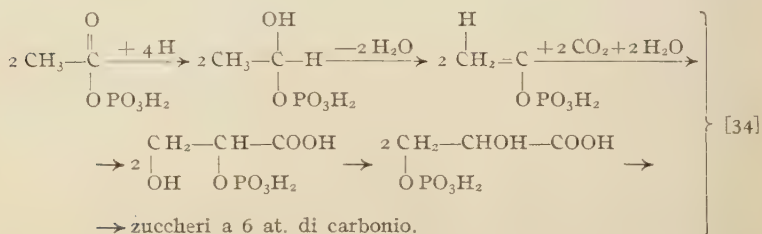
$$K = \frac{[\text{E}]\text{P}_{\text{CO}_2}}{[\text{E} \cdot \text{CO}_2]} \quad [33]$$

in cui E è l'enzima. L'energia di formazione del complesso $\text{E} \cdot \text{CO}_2$, la cui natura chimica peraltro è ignota, è di circa $\Delta\text{H} = -15$ Kcal mentre l'energia libera dell'ordine di $\Delta\text{F} = +1,85$ Kcal a 25° .

Più sopra, illustrando le reazioni [1], [2], [3] e [4] riportate dal Rabinowitch, dicemmo come il complesso $\{\text{CO}_2\}$ avesse un ruolo di accettore ed usammo il biossido appunto per riferirci agli schemi classici finora discussi. In effetti dagli studi condotti con isotopi radioattivi da Carson, Foster, Ruben, Barker (1941), poi Wood, Verkmann, Hemingway (1940-1943) e soprattutto da Calvin, fu dimostrato che altri composti potevano essere ridotti dal complesso HX previa

fosforilizzazione come ad esempio l'acido acetico, il quale, per successiva sottrazione ed addizione di una molecola d'acqua, reagiva con la CO_2 andando a formare composti del tipo acido lattico, che avevano la particolare proprietà di coniugarsi per il carbossile (Calvin) realizzando la sintesi degli zuccheri a 6 atomi di C.

Tali reazioni in cui appare evidente l'importanza aventi i prodotti residui di respirazione (acido acetico) possono essere semplificate come appresso:



Lo schema II che riassume in parte le equazioni da [7] a [14] e la [34] fornisce una idea sufficientemente coordinata dello stato attuale degli studi sui processi fotosintetici.

In esso con E_A , E_B , E_C , E_D , vengono indicati gli enzimi carbossilasi, mutasi, catalasi e ossidasi, facenti parte della chemiosintesi.

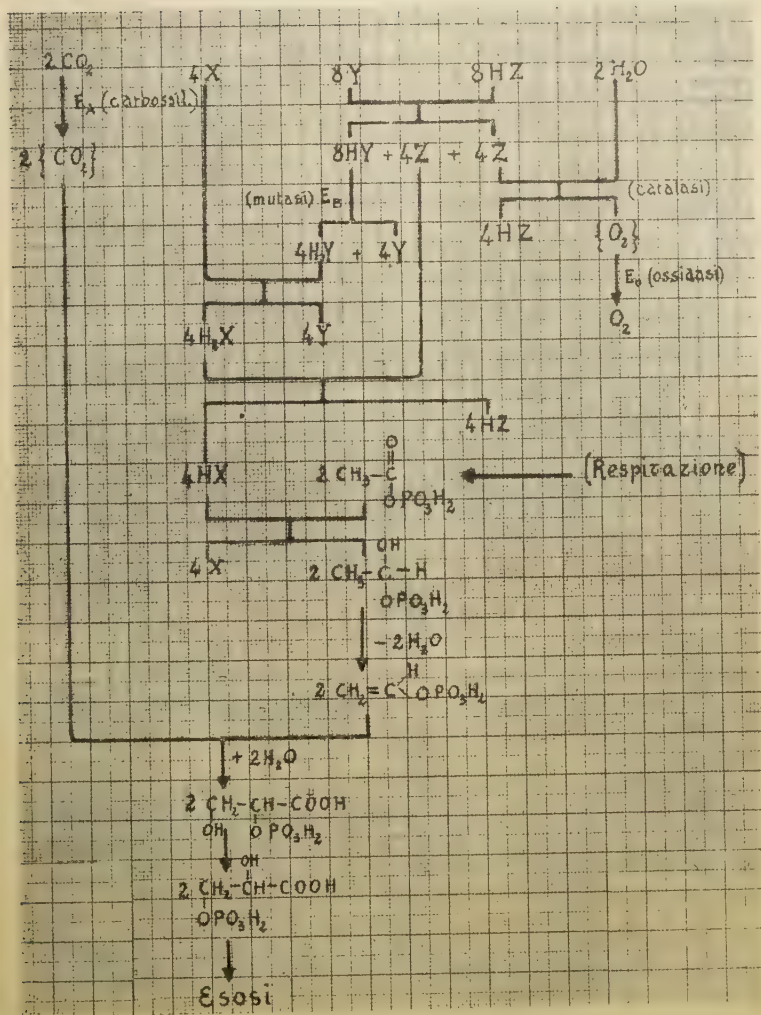
Tale schema elaborato con dati del 1945 e 1948 è per noi di grande importanza perchè già nel 1947 intravedemmo sperimentalmente le relazioni esistenti tra fotosintesi, quoziente respiratorio, catalasi ed ossidasi.

Per quanto riguarda le catalasi malgrado le numerose ricerche di Warburg e Vyesungi (1924), Yabusol (1924), Nakamura (1928), Kohn (1935) e Van Hille (1938), condotte con sostanze riconosciute inibenti sia della fotosintesi che dell'attività catalasica (cianuro e idrossilammina) e tendenti a dimostrare una relazione tra i due fenomeni, sembra ormai accertato da Rabinowitch e Gaffron che l'enzima suddetto abbia solo una funzione di protezione per il processo fotosintetico, eliminando l' H_2O_2 formatasi.

Gaffron, Frank e Weller (1941) che lavorarono sullo scenedsmo trattato con cianuro, dimostrarono come la parte che verrebbe distrutta dalla H_2O_2 sarebbe una carbossilasi (E_A nello schema II).

Secondo il nostro parere, poichè è dimostrata ormai la stretta relazione esistente tra la fotosintesi e la respirazione, e stando ai dati sperimentali da noi trovati lavorando sui processi di fitocicatrizzazione del *Solanum tuberosum* che indicano all'evidenza il rapporto di proporzionalità diretta esistente tra catalasi e respirazione, tale enzima viene ad assumere, sia pure indirettamente, una importanza notevole anche nei riguardi dell'attività fotosintetica.

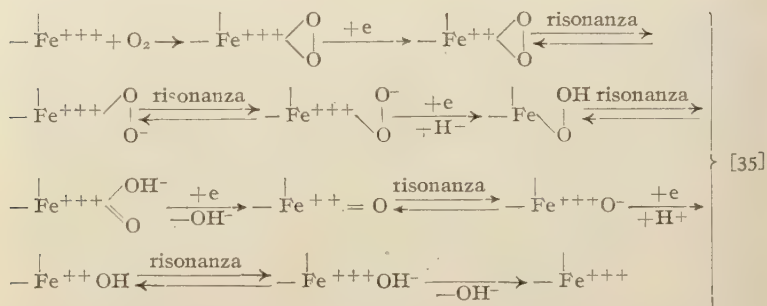
SCHEMA II



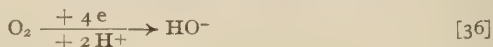
Per ciò che concerne il ruolo che le ossidasi hanno nel processo clorofilliano sembra accertato, come lo schema II dimostra, che la loro azione si espliciti nel punto in cui avviene l'emissione di ossigeno.

Infatti se si considerano le seguenti trasformazioni, tenendo presente che gli ioni ferrosi e ferrici posseggono 4-5 valenze omopolari non sature

delle quali 2 vengono saturate dall'emina (caso del citocromo) per la formazione del complesso, si ottiene:



in tali passaggi è necessario tener conto che le forme perossidiche sono stabilizzate dalla risonanza tra gli stadi bivalenti-trivalenti, In totale si avrà:



ora nella fotosintesi lo svolgimento di O_2 avviene in seguito a tali meccanismi che corrono in senso inverso (Rabinowitch, 1945) e nei quali i quattro prodotti primari di ossidazione Z, fungono da accettori dei quattro elettroni portati via dall'acqua nella sua ossidazione ad ossigeno, cioè:



Viene spontaneo a questo proposito domandarsi come mai dei processi che si svolgono in un senso possono svolgersi con altrettanta facilità in un senso opposto. Esistono tali possibilità almeno in vitro nei sistemi in questione?

Noi pensiamo che in effetti possibilità del genere esistano. Infatti dalla termochimica è noto come la misura dell'affinità è data dal lavoro massimo ottenibile nel passare per via reversibile ed esotermica, dallo stato iniziale a quello finale di una reazione, diminuito dell'eventuale lavoro prodotto dalla variazione di volume, e che tale concetto è espresso dalla:

$$A_{\text{norm.}} = -RT \ln K_p \quad [38]$$

ottenuta dall'esperienza concettualmente possibile della scatola di Van't Hoff.

Poichè in termini termodinamici l'affinità può essere anche espressa secondo la:

$$A = W_v + TS \quad [39]$$

in cui W_v è la tonalità termica a volume costante della reazione, ed S rappresenta la variazione entropica della stessa possiamo dall'uguaglianza

delle [38] e [39] ricavare:

$$\ln K_p = -\frac{W_p}{RT} + \frac{1}{R} S \quad [40]$$

relazione notevole poichè ci dice come la costante d'equilibrio di una reazione sia funzione di due grandezze con diverso segno: la tonalità termica e l'entropia; prevalendo per circostanze causate il segno positivo o negativo, anche il termine $\ln K_p$ cambia di segno comportando una variazione del senso di reazione.

Che in effetti le reazioni enzimatiche possano modificare profondamente il valore entropico di un processo lo dimostrarono le ricerche condotte dallo *Stearns* il quale per la scissione del maltosio trovò che mentre la variazione di entropia in ambiente acido è di $+5,8$ cal/grad., quella condotta in presenza di maltasi è di -71 cal./grad.

Onde completare il quadro delle ricerche furono intraprese delle indagini intese a stabilire come variava in rapporto alle disponibilità idriche del suolo l'attività traspiratoria.

Questa veniva studiata poi dal punto di vista termodinamico onde stabilire sia il calore di vaporizzazione che la variazione entropica.

Il calore di vaporizzazione fu calcolato in base ai seguenti concetti. Poichè in ogni trasformazione reversibile si ha:

$$dS = \frac{dQ}{T} \text{ e } dU = dQ - dA \quad [41]$$

in cui $dA = pdv$ si ottiene:

$$dU = TdS - pdv \quad [42]$$

d'altra parte conoscendo che:

$$d(TS) = TdS + SdT \quad [43]$$

$$d(pV) = pdv + vdp \quad [44]$$

si può sottrarre la [43] alla [42] e aggiungere alla [42] la [44] affinché ne scaturiscano le due fondamentali relazioni:

$$d(U - TS) = -SdT - pdv = dF \quad [45]$$

$$d(U + pV) = TdS + vdp = dH \quad [46]$$

precisamente l'energia libera dF e l'entalpia dH . Ora aggiungendo alla energia libera la [41] si ottiene il potenziale termodinamico:

$$d(U - TS + pV) = -SdT + vdp = dG \quad [47]$$

relazione fondamentale ai fini del calcolo delle affinità e dell'entropia.

Dalla [45] per v e T costanti si possono ricavare le due seguenti equazioni:

$$S = -\left(\frac{dF}{dT}\right)_v \quad [48-a]$$

$$p = -\left(\frac{dF}{dv}\right)_T \quad [48-b]$$

che derivandole la prima rispetto a v con T costante e la seconda rispetto a T con v costante danno luogo ad espressioni fra loro uguali:

$$-\frac{d^2 F}{dT dv} \quad [49-a] \qquad -\frac{d^2 F}{dv dT} \quad [49-b]$$

data l'uguaglianza delle 45 sarà anche:

$$\left(\frac{dS}{dv}\right)_T = \left(\frac{dp}{dT}\right)_v \quad [50]$$

dalla quale, sapendo che $S = \frac{dQ}{T}$, si ottiene la nota equazione di Clausius - Clapeyron:

$$\left(\frac{dQ}{dv}\right)_v = T \left(\frac{dp}{dT}\right)_v \quad [51]$$

facendo $dQ = L$ (calore di vaporizzazione) e $dv = v_{gas} - v_{liq.}$ si ha:

$$\frac{L}{v_{gas} - v_{liq.}} = T \frac{dp}{dT} \quad [52]$$

trascurando $v_{liq.}$ e integrando tra T_1 e T_2 (tenendo conto della $v_{gas} = \frac{RT}{p}$) si ricava:

$$L = 2,3 R \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \lg \frac{p_2}{p_1} \quad [53]$$

dalla quale noti i valori della tensione di vapore dell'intervallo termico T_1, T_2 nel quale si è operato si risale ad L , calore molare di vaporizzazione supponendo che questo si mantenga costante tra i termini T_1 e T_2 .

Nei riguardi dell'entropia va detto quanto appresso. Poichè dalla [46], si ricava:

$$G = H - TS \quad [54]$$

in cui S è la differenza del valore finale ed iniziale dell'entropia del sistema e, come risulta dalla termodinamica della vaporizzazione, la variazione dell'entalpia è:

$$\Delta H = L \quad (L = \text{calore molare di vaporizzazione}) \quad [55]$$

ne segue che:

$$\Delta G = L - T \Delta S \quad [56]$$

ma poichè in tale processo considerato reversibile la variazione entropica è $\Delta S = S_2 - S_1 = \frac{Q}{T}$ e $Q = L$ si ha:

$$\Delta S = \frac{L}{T} \quad [57]$$

La [57] sostituita nella [56] dimostra l'uguaglianza tra il potenziale termodinamico di una mole di vapore e di una mole di liquido in equilibrio di vaporizzazione, infatti:

$$\Delta G = L - T \frac{L}{T} = 0 \quad [58]$$

La [57] ci ha permesso di calcolare con l'ausilio delle tabelle di H. Ulich l'entropia di vaporizzazione; per una mole di acqua si è assunto il valore di 28 cal/gr.

METODI E TECNICA

Per lo studio del consumo idrico delle varie specie fu utilizzato l'apposito impianto costituito da una tettoia mobile in vetro, sovrastante due file di vasche in grès aventi una superficie di m² 0,81 e una profondità di 45 cm. Tali vasche affondate nel terreno, avevano assicurato sul fondo, drenato con 5 cm. di ghiaio, un tubo ad L che all'esterno era collegato ad una canna di vetro; da quest'ultima, dotata di segni misuranti i livelli dell'acqua, era possibile far giungere sul fondo delle vasche di vegetazione, per il principio dei vasi comunicanti, le somministrazioni idriche alle colture oggetto di studio.

Il terreno usato nelle prove era di medio impasto a reazione subalcalina (pH = 7,8) mediamente provvisto di P₂ O₅ assimilabile (150 kg. di P₂ O₅ per ha) e di potassa scambiabile (oltre 700 kg. per ha); l'humus ed il calcare erano rispettivamente il 3 % e il 5 %.

Circa la determinazione dell'attività fotosintetica furono adottati due metodi: il primo, che ci permise di dosare la fotosintesi su foglie non recise dalla pianta, era per via titrimetrica, il secondo per via gas-volumetrica.

Al fatto che gli organi sui quali si lavorava fossero ancora uniti alla pianta e pertanto vitali, noi demmo grande importanza poichè i fenomeni che andavamo ad indagare potevano essere alterati dall'azione del taglio.

Da ricerche condotte infatti, sui processi di fitocatrizzazione osservammo che sia la respirazione che l'attività ossidasica e catalasica venivano ad essere notevolmente esaltate non appena si produceva un trauma, di modo che il tessuto in esame entrava in una fase metabolica particolare che nulla aveva in comune con quella di altri tessuti non sottoposti all'azione del trauma stesso.

Poichè gli studi inerenti alla fitocatrizzazione erano stati condotti con altri intenti, volemmo di proposito accertare l'influenza del taglio sulla determinazione della fotosintesi; le foglie usate per tale indagine furono quelle di *Vitis vinifera*, che si dimostrarono le più adatte a confermare le nostre asserzioni. Esse vennero poste negli apparecchi che appresso descriveremo e mentre la serie di foglie ancora unite alla pianta dava risultati normali, quella delle foglie recise forniva rapporti fotosintetici aberranti, tanto che sembrava non solo che non assimilavano CO₂ ma che in quelle condizioni sperimentali ne producevano.

Le letture alla buretta gas-volumetrica (vedi fig. 2) in questi casi risultavano impossibili per il forte assorbimento di liquido manometrico che andava oltre lo zero e ciò perchè l'idrato potassico assorbiva non solo la CO₂

rate si poteva a disposizione dei tessuti, ma anche quella che lentamente ed in contrasto ad ogni provvisione essi producono per se stessi. Eliminati. Tali anormali peggiori di essere radioglossare le piante e il permesso per la loro di determinare per via fisica i soli processi respiratori.

Chiede alla *Wien* sempre anche l'azione dei gas non fu possibile usare per tal genere di esperienze mentre fortissimamente la *Wien* non si astette di esprimiamo in tal senso perché il metodo gas-volumetrico risultando molto più rapido e meno ingombrante di quello anormale avrebbe permesso un numero di prove maggiore con un dispendio di energia relativamente minore.

Tali rapporti fotosintetici anormali furono trovati in 1920 anche dalla *Sapozschnikoff* (1) il quale dimostra il potere inhibitorio dovuto ad un accumulo di carboidrati in quanto questi non possono aumentare al di là di un certo limite.

Secondo le studiose sopra citate le foglie di *Wien* sempre anormali contengono dal 10% al 20% di zuccheri sul peso secco e sembra un arresto di fotosintesi. Le foglie che avevano accumulato una certa quantità di carboidrati mostravano pertanto una diminuita velocità fotosintetica mentre ad una diminuzione di tale accumulo seguiva un aumento di fotosintesi.

Determinazione dell'intensità fotosintetica e traspiratoria

La descrizione degli apparecchi che ci hanno permesso di misurare per via volumetrica dell'assimilazione della CO_2 da parte di tessuti viventi di piante addestrate a diversi regimi litici, è stata già descritta in altri lavori.

Crediamo opportuno qui ripeterla onde non rimandare il lettore ad altre memorie ed anche per una maggiore completezza del presente lavoro.

Essi consistono di una serie di bottiglie di *Mariotte* di vetro trasparente e della capacità di 15 litri circa, alla cui apertura superiore applicammo un tappo smerigliato provvisto di due tubi di vetro uno dei quali permettevà l'entrata di una quantità nota di aria, ed uno arrivava sul fondo in prossimità della foglia, avendo l'ufficio di raccogliere la stessa quantità di aria, ma che era stata a contatto con gli organi emborali.

Permetteva tale entrata ed uscita di gas il serbatoio che era riempito all'inizio dell'esperienza fino al segno 10 litri. Il lettore cui interessi può trovare la figura degli apparecchi usati nel mio lavoro pubblicato nel 1928 (2).

Il lungo tubo arrivante sul fondo della *Mariotte* di cui sopra era collegato tramite un tubo di gomma spesso, con due bottiglie *Devarda* a chiusura smerigliata normalizzata, nelle quali venivano posti 30 cc. di nitrato N° 2 ciascuna.

La bolla, di cui titolo veniva giornalmente controllata, aveva lo scopo di fissare l'anidride carbonica dell'aria aspirata che venne in avvenute era stata a contatto degli organi in attività fotosintetica.

La perdita d'acqua del serbatoio era regolata in maniera da non eguagliare 1,5 a 2 litri ora, affinché la velocità di aspirazione potesse risultare costante in tutti delle bottiglie in cui era posta l'acqua, venivano anche essi portati sul fondo.

Onde ottenere un frazionamento delle bolle d'aria ai tubi di sviluppo delle Drechell furono applicate delle bolle di vetro multiperforate.

Di tali attrezzature ne mettemmo in opera due serie onde poter studiare contemporaneamente, e quindi sotto le stesse condizioni, i tessuti dei due regimi idrici.

Poichè le foglie allorchè sono esposte alla luce, pur non emettendo CO_2 non tralasciano di respirare, si rese indispensabile il lavorare con altri due sistemi simili a quelli descritti, ma in cui le *Mariotte* di vetro scuro contenenti le foglie erano ricoperte con apposite guaine di panno nero impermeabili ai raggi luminosi. Nelle rispettive *Drechell* veniva in questo caso raccolta la CO_2 dell'aria e quella emessa dal tessuto durante l'esperienza.

A parte veniva determinata, sempre con la massima accuratezza e con un sistema analogo ma sprovvisto di foglie, la anidride carbonica dell'aria atmosferica.

La barite alla fine dell'esperienza, che in genere durava dalle 3 alle 4 ore, veniva lasciata in riposo e quindi titolata con $\text{HCl N}/20$.

Va tenuto presente che le foglie usate per la determinazione sia dell'intensità fotosintetica che di quella respiratoria appartenevano allo stesso apice vegetativo ed avevano la medesima età e posizione filotassica.

Tali foglie venivano introdotte nel foro inferiore della *Mariotte* di 15 litri e fissate in esso a tenuta perfetta ponendo il picciolo tra due semitappi di gomma provvisti di canale centrale, e l'aderenza tra la gomma e il gambo della foglia era assicurata con cotone impregnato di una adatta soluzione di olio di vasellina e paraffina.

Si raggiungevano così due scopi: quello di avere racchiuso nell'interno dell'apparecchio l'organo elaborante ancora unito alla pianta e quindi usabile per successive prove, e l'altro di aver chiuso perfettamente il foro inferiore di cui si è parlato.

I calcoli onde giungere alla conoscenza del grado di assimilazione venivano condotti nel seguente modo: chiamando con A il contenuto di CO_2 del volume di aria che aveva attraversato l'apparecchio testimone (sprovvisto di tessuti) e con B quello dello stesso volume di aria proveniente dai recipienti in cui avveniva l'organizzazione ad opera delle foglie, (A—B) rappresentava la fotosintesi apparente. Chiamando con C il contenuto di CO_2 dell'aria proveniente dai recipienti nei quali si effettuava la respirazione, (C—A) rappresentava la respirazione. Dividendo (A—B) e (C—A) per i rispettivi pesi secchi a $100^\circ\text{--}105^\circ$ dei tessuti e sommando i valori si otteneva la fotosintesi effettiva; il rapporto (C—A): peso secco invece ci dava l'intensità respiratoria.

Va tenuto presente che poichè la respirazione alla luce diminuisce di $1/n$ (pari a $19/20$ secondo *Leclerc du Sablon*) avremmo dovuto moltiplicare i dati ottenuti per tale fattore; in pratica ciò lo abbiamo trascurato.

I valori riportati nelle apposite tabelle sono riferiti tutti a un gr. di sostanza secca a $100^\circ\text{--}105^\circ$ e a 10 litri d'aria.

Il metodo descritto comportando una attrezzatura non indifferente non poteva essere applicato alle piante tenute nelle vasche di vegetazione, per cui fu necessario coltivare in vasi *Mitcherlich* i soggetti adibiti a tale studio; nei vasi era stato trasportato lo stesso terreno e ad essi venivano somministrate giornalmente e in proporzione le stesse dosi d'acqua richieste dalle altre piante.

Risultando inoltre in questo caso la massa di terreno minore si potevano regolare con più facilità e precisione i due regimi idrici.

Per la traspirazione venivano usati gli stessi recipienti della fotosintesi. Essa veniva determinata generando per mezzo di una pompa aspirante elettrica una corrente d'aria di circa 1.400 cc. al 1', corrente che veniva mantenuta costante nel corso dell'esperienza usando un manometro di differenza a mercurio.

L'aria aspirata dopo essere passata nelle immediate vicinanze della foglia era costretta ad attraversare i tubi contenenti cloruro di calcio di grana sufficientemente fina lasciando così l'acqua emessa dalle foglie e quella contenuta dalla stessa atmosfera.

I tubi ad U erano provvisti di rubinetti che non permettevano l'entrata dell'umidità, prima e dopo effettuate le prove. Conoscendo di essi il peso iniziale ed il peso finale (ambedue eseguite su bilance di precisione fino alla quarta cifra decimale) per differenza si conosceva l'acqua assorbita.

Le determinazioni duravano 1 h, in quella successiva con lo stesso apparecchio ma senza organi traspiranti veniva eseguita la prova contro'lo. L'acqua raccolta proveniente esclusivamente dall'aria veniva sottratta a quella ottenuta prima ottenendo così l'intensità traspiratoria che veniva riferita al peso secco della foglia contenuta nelle Mariotte.

Abbiamo usato tale metodo per la determinazione della traspirazione su foglie facenti parti della pianta, poichè quello usato dal Maximov sotto alcuni punti di vista ci risultò non sufficientemente esatto.

Determinazione dei quozienti respiratori e fotosintetici

L'apparecchio usato per la determinazione dei quozienti fotosintetici e respiratori è quello di B. S. Meyer e S. Rader (9) mostrato nelle figure 1 e 2.

Esso come abbiamo già accennato permette la misura dei cambiamenti di volume che si verificano nel suo interno allorchè la CO_2 presente viene assorbita da una soluzione di KOH, per via manometrica, ed è formato dalle seguenti parti:

- 1) buretta A da 50 cc. munita di un rubinetto H all'estremo superiore e connessa per mezzo di un tubo di gomma L alla camera C;
- 2) camera fotosintetica C (o respiratoria secondo i casi);
- 3) imbuto separatore D munito di due rubinetti: inferiore I e laterale E;
- 4) termometro;
- 5) rubinetto a tre vie G.

Innanzitutto, di usarlo, tutto il sistema deve essere sottoposto a verifica onde accertare eventuali perdite; durante la determinazione va immerso in un bagno-maria allo scopo di evitare variazioni di volume dovute alla temperatura dell'ambiente. Sempre prima di procedere alla determinazione è necessario misurare accuratamente il volume della camera fotosintetica C incluso l'imbuto separatore D con il tubo laterale E e il tubo L, fino allo zero della buretta A. Quest'ultima e la buretta B vanno poi riempite per circa la metà.

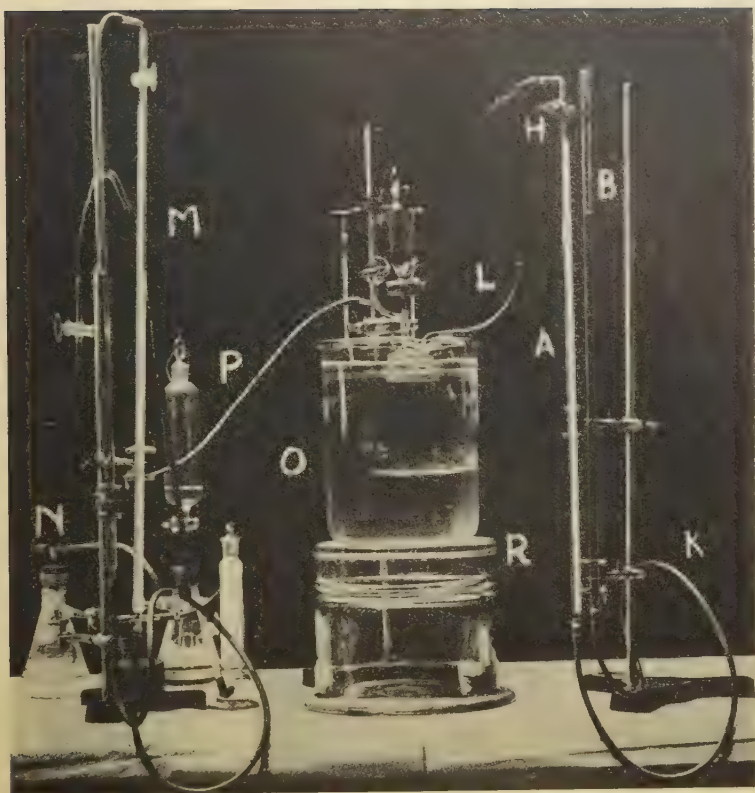


FIG. 1

La foglia con il picciolo immerso in un piccolo pesafiltri contenente 2 cc. di acqua (sia dei tessuti che del pesafiltri va determinato il volume a parte) viene infine introdotta nell'apparecchio in precedenza seccato. Allorché il montaggio è stato effettuato si introduce nell'imbuto separatore D avente i rubinetti E ed I chiusi, 30 cc. di soluzione di KOH al 25 % dopo di che va chiuso aprendo E ed H onde evitare pressioni e la buretta B verrà alzata o abbassata fino a che l'acqua non sia allo stesso livello anche nella A. Quindi anche E verrà chiuso.

Il tubo superiore del rubinetto G va ora attaccato con un tubo di gomma privo di congiunture onde evitare perdite di CO_2 alla buretta contagas M a sua volta in comunicazione con un recipiente N contenente anidride carbonica pura.

Dopo aver lasciato defluire nell'aria del gas per il tubo inferiore di G onde essere sicuri di immettere solo biossido di carbonio, questo rubinetto va chiuso, e la buretta contagas M aggiustata in maniera da contenere un volume noto

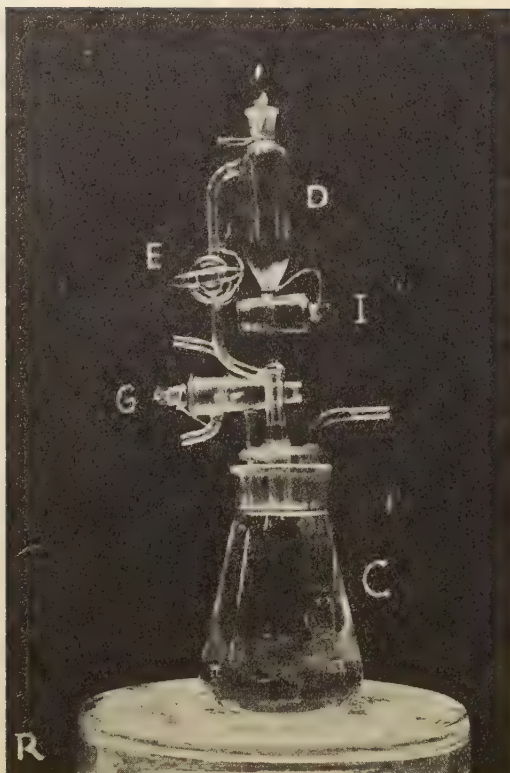


FIG. 2

di CO_2 (circa 24 cc.) a pressione atmosferica. Con i rubinetti G ed H aperti si alza la riserva della buretta finchè il volume desiderato di gas non sia entrato nell'apparecchio. Durante tale operazione la buretta B deve essere abbassata contemporaneamente e gradualmente. Si chiude G e si uguaglia il livello della buretta A e B, dopo di che si chiude H.

Il valore che si legge nel menisco di A deve essere segnato ed il volume sotto il segno zero va aggiunto al volume V, intendendo con quest'ultimo il volume dell'apparecchio meno quello della foglia, del pesafiltri e del KOH introdotti.

Il volume V più quello sotto il segno zero è indicato con X. È importante che all'inizio dell'esperienza vengano determinati

la temperatura del bagno, dell'aria e la pressione atmosferica.

L'apparecchio viene lasciato dalle 6 alle 8 ore a luce diffusa, dopo di che si fanno le ulteriori letture.

Si apre H ed i menischi di A e B debbono essere portati allo stesso livello muovendo solo B.

Il volume V più il volume attuale del gas sotto il segno zero nella buretta A è indicato con Y.

Aperto ora simultaneamente E ed I si lascia scorrere la soluzione di KOH sul fondo della camera C evitando il contatto con i tessuti verdi.

Dopo circa 20 minuti, sufficienti affinché la CO_2 presente venga assorbita, si riportano i menischi allo stesso livello nelle burette manovrando sempre la B. Il volume V più il volume del gas sotto il segno zero dopo questa lettura verrà indicato con Z. Registrate di nuovo le temperature e la pressione barometrica, tenendo conto del fatto che la tensione di vapore nell'apparecchio può essere considerata uguale a quella dell'atmosfera satura alla stessa temperatura, si riducono i 3 volumi X, Y, Z, a zero gradi e 760 mm.

con l'uso della nota formula: $V_0 = \frac{V(P_0 - p)}{760(1 + \alpha t)}$ in cui V_0 indica il volume ridotto, V il volume osservato, P_0 la press. barometrica ridotta a 0° e p la tensione del vapor d'acqua.

Tenendo presente che il significato dei volumi misurati è il seguente:

X = gas atmosferici + CO_2 aggiunta

Y = gas atmosferici + CO_2 non usata + O_2 liberato nella fotosintesi

Z = gas atmosferici + O_2 liberato nella fotosintesi

e chiamando con A il volume di CO_2 aggiunto (la CO_2 presente inizialmente nel sistema è trascurabile dato il volume complessivo di circa 500 cc.) per mezzo delle seguenti sottrazioni si ottiene il rapporto fotosintetico:

$Y - Z = CO_2$ non consumata

$A - (Y - Z) = CO_2$ consumata

$Z - (X - A) = O_2$ svolto

$$\frac{A - (X - Z)}{A - (Y - Z)} = \text{quoziente fotosintetico.}$$

Per quel che riguarda la determinazione dei quozienti respiratori con lo stesso apparecchio va detto quanto segue.

Si procede come è stato descritto sopra per determinare il volume totale, si introduce il materiale (il cui volume è noto) e con gli stessi accorgimenti 30 cc. di KOH al 25 %.

Il volume dell'apparecchio meno quello della KOH e del materiale introdotto è chiamato con V .

Dopo aver portato allo stesso livello i menischi delle burette A e B si aggiunge a V il volume letto sotto il segno zero di A e si ottiene X . Si annotano le temperature e la pressione, si chiude H , e dopo 2 ore circa (l'apparecchio naturalmente in questo tempo è stato mantenuto al buio) si apre il rubinetto H portando allo stesso livello il liquido di A e B ; con la lettura sotto il segno zero si ottiene Y .

Apredo ora E ed I contemporaneamente, si fa scorrere la KOH al fondo della camera respiratoria e si attendono 20 minuti circa. Si aggiustano i livelli e questa lettura finale sotto il segno zero aggiunta a V verrà chiamata Z . Si rileggono le temperature e la pressione e come al solito dopo aver corretto i volumi per la pressione di vapore si riportano a condizioni normali (0° e 760 mm.).

Poichè:

$X = O_2$ + tutti gli altri gas

$Y = O_2$ non consumato + altri gas + CO_2 svolta nella respirazione

$Z = O_2$ non consumato + altri gas (la CO_2 è stata assorbita)

si ottiene:

$X - Z = \text{volume dell}'O_2 \text{ assorbito}$

$Y - Z = \text{volume della } CO_2 \text{ svolta}$

$$\frac{(Y - Z)}{(X - Z)} = \text{quoziente respiratorio.}$$

Determinazione delle ossidasi per via gas-volumetrica

Per la misura dell'attività ossidasica è stato seguito il metodo gas-volumetrico. Questo nei confronti di quello chimico (iodometrico) (15) non solo lo abbiamo riscontrato più rapido e preciso ma dato il principio sul quale è basato ci ha permesso di seguire la reazione ogni minuto primo dandoci la possibilità di costruire i diagrammi dell'assorbimento di O_2 oltremodo utili per comprendere la natura dei fenomeni che andiamo a spiegare.

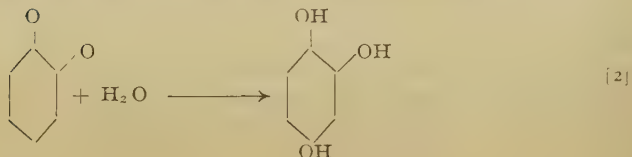
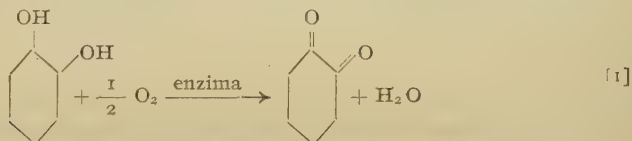
La tecnica da noi seguita è stata ricavata dai lavori che i vari ricercatori hanno pubblicato sull'argomento, tenendo in dovuta considerazione le critiche mosse ai diversi sistemi.

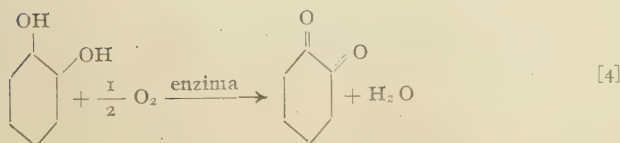
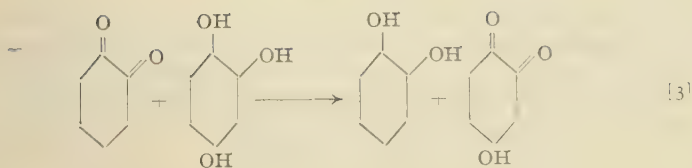
Così in seguito alle ricerche condotte da Adam e Nelson (1), non abbiamo usato l'idrochinone come substrato in quanto è stato dimostrato che agisce da inibitore; lo stesso dicasi per la gelatina, la cui azione quale proteina protettiva è molto complessa variando col tipo di tirosinasi (2).

Il metodo adottato è stato il seguente:

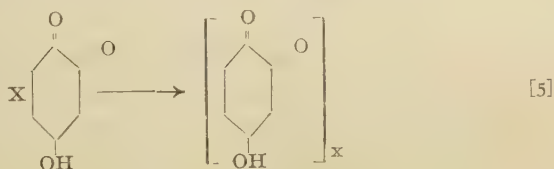
5 gr. di tessuti freschi venivano triturati in mortaio con un gr. di quarzo lavato e calcinato in presenza di 2,5 cc. di soluzione tampone a $ph=5$ ottenuta addizionando a 9,7 cc. di acido citrico $\frac{M}{10}$ e 10,3 cc. di fosfato acido bisodico $(Na_2HPO_4) \frac{M}{5}$, la sospensione ottenuta era portata a 100 cc.

Una parte di tale sospensione enzimatica (30-40 cc.) veniva introdotta in una vaschetta e si sottoponeva al così detto pretrattamento, consistente nello scuoterla per circa venti minuti (60 oscillazioni al minuto) in bagno termostatico a $25^\circ C$ affinché perdesse ogni traccia di gas. Dopo detto periodo si prelevavano 10 cc. che venivano portati in uno dei serbatoi della vaschetta di reazione appositamente costruita, mentre nell'altro si ponevano 2,5 cc. di soluzione contenente 5 mmg. di catecolo (pirocatechina) e 5 mmg. di acido ascorbico per cc. Il recipiente posto in bagno termostatico a 25° veniva allacciato al micro-manometro al centesimo di cc, e con lo stesso sistema usato per la determinazione delle catalasi si procedeva alle letture ogni minuto, tenendo presente però che in questo caso anziché sviluppo si ha assorbimento di O_2 . Le reazioni cui le ossidasi danno luogo in presenza di catecolo e che giustificano l'assorbimento dell'ossigeno, sono le seguenti:





La colorazione scura che si osserva nella soluzione dopo un certo tempo che il mescolamento dei liquidi è iniziato sembra essere dovuto ai complessi molto colorati acido umicosimili che si formano secondo la:



La cinetica di queste ossidazioni enzimatiche contrariamente a quella delle catalasi illustrata già in altre memorie che ripeteremo più avanti, è molto singolare.

Se si ammette con Denis Kertész (7) che l'ossidazione di monofenoli non è enzimatica di per sé ma che essa è prodotta secondariamente dagli ortochinoni considerati composti intermediari dell'ossidazione enzimatica degli ortofenoli (catecolo), l'equazione che ne scaturisce, tralasciando i passaggi intermediari necessari per ottenerla data la loro complessità, è:

$$\frac{d\text{O}_2}{dt} = \frac{1}{\frac{a}{b} + \frac{a}{b} \left(\frac{\frac{b}{a} - x_0}{x_0} \right) e^{at}} \quad [6]$$

dove a e b sono rapporti di costanti di velocità relative ai processi descritti nelle equazioni da [1] a [4], ed x_0 è la quantità di ortochinoni al tempo t .

Importante è in tale determinazione il periodo di minuti che debbono trascorrere dall'inizio della triturazione dei tessuti a quello della reazione.

Le prove da noi condotte, alcune delle quali sono riportate nella tabella N. 1, dimostrarono come la massima attività si ha dopo 1^h e 45' dall'inizio della triturazione dei tessuti.

TABELLA I

Tempo in minuti	Inizio triturazione dei tessuti ore: 10,10		
	Prima determinazione ore: 10,55 mm ³ O ₂ assorbiti	Seconda determinazione ore: 11,45 mm ³ O ₂ assorbiti	Terza determinazione Ore: 12,55 mm ³ O ₂ assorbiti
1	100	230	70
2	270	400	120
3	380	530	410
4	400	690	550
5	570	780	660
6	630	880	750
7	670	930	820
8	730	990	880
9	780	1010	930
10	780	1040	950
11	780	1090	970
12	780	1110	990
13		1150	990
14		1150	990
15		1150	990
16		1150	

Determinazione della catalasi

Tanto per la catalasi quanto per le ossidasi venne usato l'apparecchio descritto in altri lavori. Nel caso delle ossidasi come è stato riferito nel paragrafo precedente, veniva sostituita la buretta normale da 50 cc. con un micromanometro.

Il metodo adottato fu quello di Deleano e Ullmann (5) descritto da G. Draineau e P. Gouny (6)

In un mortaio veniva tritato un gr. di tessuti verdi in presenza di un gr. di quarzo lavato e calcinato e di 5 cc. di una soluzione 0,66 molare di fosfato disodico, indi la sospensione ottenuta veniva portata a volume in un pallone da 100 cc.

Nella vaschetta di reazione analoga a quella delle ossidasi venivano posti 4 cc. di sospensione enzimatica in presenza di 0,4 cc. di tampone in un diverticolo e nell'altro 2,5 cc. di H₂O₂ a 12 Vol. previamente neutralizzata con Na OH N/10.

Si poneva il tutto in bagno termostatico a 25° C si iniziavano le oscillazioni una volta a temperatura, affinché i liquidi mescolandosi sviluppassero ossigeno.

La pressione atmosferica si registrava all'inizio e alla fine dell'esperienza per mezzo di un barometro Fortin.

Circa la teoria riguardante la cinetica delle catalasi rimandiamo il lettore ai precedenti lavori nei quali è stata ampiamente sviluppata. (15)

Solo diciamo qui che lo svolgimento di ossigeno contrariamente a quello che si ha per le ossidasi (vedi equazioni (6)) segue l'andamento di una reazione monomolecolare per cui:

$$\frac{dO_2}{dt} = KSE_0 e^{-Kt} \quad [7]$$

ove E è la concentrazione delle catalasi al tempo t, K la costante di velocità, S è la concentrazione attiva del perossido indipendente dalla concentrazione totale della H_2O_2 almeno per un largo intervallo (da 0,16 a 0,36 Mol.) e K è la costante di inattivazione dell'enzima.

Derivando la [7] di ottiene:

$$K = \frac{2,3}{t} \lg \frac{A}{A-x} \quad [8]$$

in cui A è la quantità di O_2 liberato, x la quantità di quest'ultimo liberato al tempo t. Tale espressione è stata ripetutamente usata nei nostri lavori relativi alla cicatrizzazione dei tessuti vegetali.

PARTE SPERIMENTALE

Consumi idrici e traspirazione

Le ricerche che stiamo per esporre sono state condotte in modo da poter indagare come le varie disponibilità idriche del suolo cioè i regimi idrici potevano modificare i consumi acquei unitari delle diverse specie oggetto di studio.

Facendo uguale a 100 le quantità d'acqua somministrate alle vasche che ricevettero la dose risultata ottimale, furono adottati per le varie culture i seguenti regimi idrici:

<i>Solanum lycopersicum</i> . .	50 %	;	100 %
<i>Vitis vinifera</i>	51 %	;	100 %
<i>Vicia faba</i>	42 %	;	60 % ; 81 % ; 100 %
<i>Arachis hypogaea</i> . . .	39 %	;	59 % ; 78 % ; 100 %
<i>Phaseolus vulgaris</i> . . .	60 %	;	100 %

Alle vasche di vegetazione l'acqua era somministrata giornalmente come è stato spiegato nella parte riguardante la tecnica, tramite i tubi di livello e con appositi misurini a volume noto.

Nelle tabelle, che seguono, sono raccolti i dati riguardanti la produzione totale di sostanza secca a 100°-105° formatasi nell'interno ciclo vegetativo, la produzione dei semi pure riferita al secco, e quelli relativi al consumo idrico totale ed al consumo idrico unitario, delle specie sopra elencate:

Osservando i valori relativi alla produzione di sostanza secca ed al consumo idrico unitario, è evidente come essi si scostino dalla legge del M i t c h e r l i c h in quanto con il diminuire delle dosi di acqua somministrate

alle vasche di vegetazione i consumi idrici unitari avrebbero dovuto risultare almeno costanti. In realtà questi ultimi hanno un andamento espresso in grafico che potrebbe definirsi con l'equazione della curva catenaria il cui punto più basso rappresentante la costante è costituito dal minor consumo idrico unitario avutosi per quella disponibilità del fattore acqua che sperimentalmente si è dimostrata ottimale.

Di tali fatti già osservati anche in altre occasioni (8), (16) ne tratteremo più diffusamente in una memoria specifica; i dati di cui sopra, abbiamo creduto opportuno qui riportarli onde rendere più organico il presente lavoro.

Le misure di traspirazione furono effettuate su foglie di *Solanum lycopersicum* aventi la stessa età. Una volta eseguita la determinazione nella maniera descritta, si calcolava la superficie fogliare fissando le singole foglioline su carta millimetrata onde procedere al calcolo con la massima esattezza possibile.

Poichè la traspirazione era misurata dalle 7 in poi alternativamente, e cioè dalle 7 alle 8, dalle 9 alle 10 ecc., i valori intermedi (per es. dalle 8 alle 9) sono stati ottenuti per interpolazione grafica.

Nella tabella VIII abbiamo riportato i valori dell'intensità traspiratoria di alcuni giorni dell'estate 1946, riferiti ad ora e grammo di sostanza secca a 100°-105° C., i dati riguardanti il calore di vaporizzazione e l'entropia di vaporizzazione.

Nella tabella IX, invece, diamo le cifre riguardanti l'intensità traspiratoria di foglie della stessa specie (*Solanum lycopersicum*), ma dell'estate 1948.

È da tener presente che i dati raccolti nei due anni non sono fra loro paragonabili poichè le piante furono poste durante le determinazioni in condizioni sostanzialmente diverse. Mentre nel 1946 i soggetti allevati con dosi ridotte di acqua venivano portati all'atto della misura della traspirazione nelle medesime condizioni degli altri allevati normalmente, tramite somministrazioni idriche, nel 1948 le misure furono eseguite su piante che anche durante la misura dell'intensità traspiratoria erano mantenute in regime di aridità.

I risultati di questo diverso trattamento sono evidenti. Se dalla tabella VIII si desume un aumento dell'intensità traspiratoria per le foglie appartenenti a piante a regime idrico ridotto, nella tabella IX si nota il contrario.

Sempre per dimostrare come le condizioni ambientali possano influire sui risultati, alcuni valori del 1948 sono stati raccolti dopo aver fornito alle piante a regime idrico ridotto notevoli dosi di acqua (4 e 9 ottobre); la traspirazione come si osserva dalla annessa tabella, aumentava considerevolmente fin quasi a sorpassare quella dei soggetti a regime idrico normale.

Parallelamente alle prove di cui sopra sono stati condotti dei rilievi morfologici; sono state misurate le frequenze stomatiche medie di numerose superfici fogliari dell'ordine di 20.000 μ^2 . I dati raggruppati nella tabella X, nella quale sono stati riportati anche il numero di peli presenti per la stessa superficie, dimostrano come la riduzione percentuale degli

TABELLA I I

Specie:	<i>Solanum lycopersicum</i>				<i>Phaseolus vulgaris</i>				<i>Vitis vinifera</i> *			
Regime idrico	50 %		100 %		60 %		100 %		51 %		100 %	
Pesi riferiti a superficie	gr. per vasca	ql. per ha	gr. per vasca	ql. per ha	gr. per vasca	ql. per ha	gr. per vasca	ql. per ha	gr. per vasca	ql. per ha	gr. per vasca	ql. per ha
Totale parte aerea (secca a 100°-105°)	616,24	76	1557,46	192	328	40	463	57	30,6	—	75,6	—
Semi o frutti (secchi a 100°-105°)	111,21	14	228,78	36	42,3	5	88,2	11	—	—	—	—
Rapp. $\frac{\text{semi}}{\text{steli, foglie, ecc.}}$.												
• 100	—		—		12,89		19,4		—		—	

TABELLA III

Specie:	<i>Vicia faba</i>							
Regime idrico	42 %		60 %		81 %		100 %	
Pesi riferiti a superficie	gr. per vasca	ql. per ha	gr. per vasca	ql. per ha	gr. per vasca	ql. per ha	gr. per vasca	ql. per ha
Totale parte aerea (secca a 100°-105°)	158	65	447	94	44	186	440	183
Semi (secchi a 100°-105°)	59,17	24	86	36	132,4	55	119,4	50
Rapporto $\frac{\text{semi}}{\text{steli, foglie, ecc.}}$ • 100 . .		59,8		60,9		42,0		37,2

TABELLA IV

Specie:	<i>Arachis hypogaea</i>							
Regime idrico	39 %		50 %		78 %		100 %	
Pesi riferiti a superficie	gr. per vasca	ql. per ha	gr. per vasca	ql. per ha	gr. per vasca	ql. per ha	gr. per vasca	ql. per ha
Totale parte aerea (secca a 100°-105°)	122	51	229	95	273	113	299	124
Semi (secchi a 100°-105°)	36,00	15	55,00	23	84,00	35	97,00	40
Rapporto $\frac{\text{semi}}{\text{steli, foglie, ecc.}}$ • 100 . .		41,8		31,6		49,7		48,0

* Non abbiamo potuto riportare ad ha i dati relativi a tale coltura perchè l'investimento unitario varia in pratica con troppa frequenza. Per le altre colture l'investimento è quello medio usato nel Lazio.

TABELLA V

Specie:		<i>Solanum lycopersicum</i>				<i>Phaseolus vulgaris</i>				<i>Vitis vinifera</i>			
		50 %		100 %		60 %		100 %		51 %		100 %	
Regime idrico		litri per vasca	m ³ per ha	litri per vasca	m ³ per ha	litri per vasca	m ³ per ha	litri per vasca	m ³ per ha	litri per vasca	m ³ per ha	litri per vasca	m ³ per ha
Consumo idrico totale . .		462	5680	858	10553	196	2410	326	4009	12,10	—	23,70	—
Consumo idrico unitario	Totale	749		551		598		704		313		396	
	Semi o frutti	4152 *		2971 *		4633		3696		—		—	

TABELLA VI

Specie:		<i>Vicia faba</i>							
		42 %		60 %		81 %		100 %	
Regime idrico		litri per vasca	m ³ per ha	litri per vasca	m ³ per ha	litri per vasca	m ³ per ha	litri per vasca	m ³ per ha
Consumo idrico totale		62,5	2600	89	3702	120,5	5013	148,5	6178
Consumo idrico unitario	Totale parte aerea . .	395		392		270		337	
	Semi	1057		1034		910		1244	

TABELLA VII

Specie:		<i>Arachis hypogaea</i>							
		39 %		50 %		78 %		105 %	
Regime idrico		litri per vasca	m ³ per ha	litri per vasca	m ³ per ha	litri per vasca	m ³ per ha	litri per vasca	m ³ per ha
Consumo idrico totale		92	3827	142	5907	183	7613	240	9984
Consumo idrico unitario	Totale parte aerea : .	754		620		670		803	
	Semi	* 2777		2509		2178		2474	

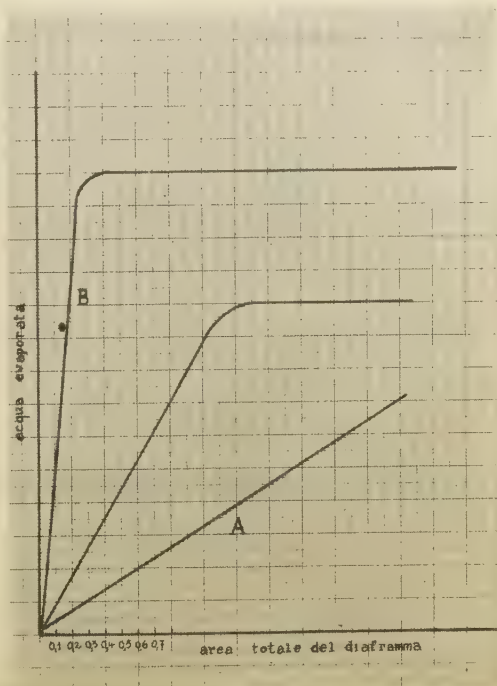
* Il consumo idrico unitario è stato calcolato sul frutto secco a 100^o-105^o. Quello sul frutto fresco per il regime idrico del 50 % è di 249 litri e per il regime idrico del 150 % è di 178 litri.

stomi riscontrati sulla pagina inferiore delle foglie di *Solanum lycopersicum* a regime idrico normale si mantiene intorno al 6 %*.

La differenza della frequenza stomatica assume una certa importanza quando si pone in relazione al diagramma di Huber (4) inerente alla evaporazione di una superficie multi-perforata.

GRAFICO I

In questo la curva A rappresenta come avviene l'evaporazione con fori infinitamente larghi, la curva B come avviene per fori le cui dimensioni siano dell'ordine del millesimo di mm., cioè dell'ordine di grandezza degli stomi. È evidente come tra 0 e 0,1 in ascisse, allorché la porzione dell'area totale occupata dai fori aumenta di dx , la funzione corrispondente che ci dà la curva B avente un grande coefficiente angolare, aumenti di dy , quantità notevole specialmente quando la raffrontiamo con quella che ci avrebbe fornito la funzione che rappresenta invece la



A. Ciò che accade anche nel nostro caso poichè facendo uguale a 100 il numero di stomi per unità di superficie nelle piante a regime idrico ridotto, il numero di stomi nelle piante a regime normale scende rispettivamente a 99,1 per l'epidermide inferiore ed a 94,6 per quella superiore.

L'area totale occupata dagli stomi in quest'ultimo caso viene a diminuire per unità di superficie per cui si può verificare un decremento non trascurabile della funzione che rappresenta la curva B. Queste vedute è

* Tale fenomeno della riduzione della frequenza stomatica con l'aumentare delle dosi d'acqua è stata da noi riscontrata anche su altre specie, così la *Brassica campestris* var. *oleifera* per i regimi idrici del 32 % e 100 % possiede rispettivamente 3.475.500 e 3.198.500 di stomi a dm^2 per l'epidermide superiore e 2.675.000 e 2.281.000 di stomi a dm^2 per l'epidermide inferiore.

Regime idrico								
7 agosto					29 agosto			
Ore	Temp.	acqua traspirata per dm ² e h	calorie per dm ² e h	entropia per dm ² e h	Temp.	acqua traspirata per dm ² e h	calorie per dm ² e h	entropia per dm ² e h
7-8	20	0,27	156,60	0,427	19	0,088	51,04	0,14
8-9	24	0,29	168,20	0,458	21	0,16	92,8	0,25
9-10	28	0,35	203,00	0,553	25	0,291	168,78	0,457
10-11	30	0,57	330,60	0,900	29	0,5	290,00	1,018
11-12	32	0,9	522,00	1,422	30	0,649	376,4	1,018
12-13	34	1,3	754,00	2,054	31	0,73	423,4	1,15
13-14	36	1,46	847,00	2,310	30	0,794	460,5	1,24
14-15	34	1,35	783,00	2,130	29	0,8	464,00	1,26
15-16	31	1,28	742,40	2,022	27	0,78	452,4	1,22
16-17	30	1,1	638,00	1,740	24	0,59	342,2	0,93
17-18	27	0,9	522,00	1,422	23	0,207	120,00	0,32
18-19	23	0,8	464,00	1,260	20	0,13	75,4	0,20
19-20	20	0,77	446,60	1,220	19	0,110	63,8	0,17
Totale . . .		11,34	6577,4	17,914		5,61	3380,76	9,14

Regime idrico								
1° agosto					8 agosto			
Ore	Temp.	acqua traspirata per dm ² e h	calorie per dm ² e h	entropia per dm ² e h	Temp.	acqua traspirata per dm ² e h	calorie per dm ² e h	entropia per dm ² e h
7-8	18	0,37	215	0,583	21	0,36	208,8	0,565
8-9	20	0,39	226	0,615	25	0,37	214,6	0,580
9-10	25	0,43	249	0,678	29	0,40	232	0,628
10-11	30	0,47	273	0,742	31	0,44	255,2	0,690
11-12	32	0,53	307	0,836	32	0,55	319	0,864
12-13	33	0,60	348	0,947	34	0,60	348	0,942
13-14	34	0,69	400	1,09	36	0,792	459,3	1,243
14-15	33	0,83	481	1,31	35	1,168	677,4	1,84
15-16	31	0,86	499	1,36	32	1,299	753,4	2,0
16-17	29	0,82	476	1,29	30	0,957	555	1,507
17-18	25	0,66	383	1,04	28	0,769	446	1,208
18-19	20	0,52	302	0,82	24	0,610	353,6	0,958
19-20	19	0,40	232	0,63	21	0,50	290	0,785
Totale . . .		7,57	4390	11,95		8,815	5112,6	14,20

TABELLA VIII

to 50 %								
27 agosto					28 agosto			
ore	Temp.	acqua traspirata per dm ² e h	calorie per dm ² e h	entropia per dm ² e h	Temp.	acqua traspirata per dm ² e h	calorie per dm ² e h	entropia per dm ² e h
-8	18	0,363	210,54	0,570	20	0,345	200,1	0,542
-9	20	0,450	260,00	0,706	22	0,417	241,86	0,655
-10	25	0,574	332,92	0,895	24	0,480	278,4	0,754
-11	30	0,6	348,00	0,942	26	0,580	336,4	0,911
-12	32	0,643	372,94	1,010	29	0,680	394,4	1,068
-13	33	0,83	481,4	1,303	30	0,743	430,94	1,166
-14	33	0,959	556,2	1,506	30	0,743	430,94	1,166
-15	33	0,95	551,00	1,492	29	0,670	588,6	1,052
-16	29	0,900	522,00	1,413	27	0,540	313,2	0,848
-17	26	0,75	435,00	1,178	26	0,410	237,8	0,644
-18	24	0,552	320,16	0,867	25	0,338	196,04	0,531
-19	20	0,43	249,4	0,675	24	0,290	168,2	0,456
-20	19	0,360	280,80	0,565	22	0,270	156,6	0,424
totale . . .		8,361	4849,2	131,22	Tot.	6,506	3773,4	10,216

to 100 %								
27 agosto					30 agosto			
ore	Temp.	acqua traspirata per dm ² e h	calorie per dm ² e h	entropia per dm ² e h	Temp.	acqua traspirata per dm ² e h	calorie per dm ² e h	entropia per dm ² e h
-8	20	0,09	52,2	0,141	18	0,09	52,2	0,141
-9	21	0,118	68,44	0,185	22	0,12	69,6	0,188
-10	26	0,191	110,8	0,300	24	0,199	115,4	0,312
-11	29	0,25	145	0,390	26	0,23	133,4	0,361
-12	30	0,294	170,5	0,462	29	0,255	147,9	0,400
-13	31	0,34	197,2	0,534	30	0,31	170,8	0,487
-14	30	0,368	213,4	0,577	30	0,353	204,74	0,554
-15	29	0,37	214,6	0,581	29	0,34	197,2	0,534
-16	26	0,366	212,3	0,575	27	0,283	164,00	0,444
-17	24	0,31	179,8	0,487	26	0,25	145,00	0,393
-18	20	0,24	139,2	0,377	25	0,235	136,3	0,369
-19	20	0,17	98,6	0,267	24	0,215	124,7	0,338
-20	19	0,12	69,6	0,188	22	0,200	116,00	0,314
totale . . .		3,23	1871,7	5,07	Tot.	3,08	1786,2	4,8

TABELLA IX

Data	Peso tessuti sui quali è stata effettuata l'esperienza				H ₂ O traspirata in gr. per gr. sost. secca a 100°-105° e per ora		Stato dei tessuti
	Regime idrico 50 %		Regime idrico 100 %		Regime idrico 50 %	Regime idrico 100 %	
	Peso verde	Peso secco	Peso verde	Peso secco			
2 ottobre	0,6479	0,0890	0,7658	0,0632	2,247	4,430	Reg. idr. 50 % appassito
2 ottobre	0,6479	0,0890	0,7658	0,0632	2,022	4,277	Reg. idr. 50 % appassito
2 ottobre	0,6479	0,0890	0,7658	0,0632	1,797	3,481	Reg. idr. 50 % appassito
3 ottobre	0,6479	0,0890	0,7658	0,0632	1,123	1,740	Reg. idr. 50 % appassito
3 ottobre	0,6479	0,0890	0,7658	0,0632	1,123	3,006	Reg. idr. 50 % appassito
4 ottobre	0,6856	0,0708	0,9661	0,0809	0,988	0,865	Reg. idr. 50 % turgido
4 ottobre	0,6856	0,0708	0,9661	0,0809	2,983	3,337	Reg. idr. 50 % turgido
7 ottobre	0,6856	0,0708	0,9661	0,0809	0,381	0,964	Reg. idr. 50 % appassito
7 ottobre	0,6856	0,0708	0,9661	0,0809	0,706	0,865	Reg. idr. 50 % appassito
8 ottobre	0,6856	0,0708	0,9661	0,0809	0,211	0,618	Reg. idr. 50 % appassito
9 ottobre	0,6856	0,0708	0,9661	0,0809	0,664	1,002	Reg. idr. 50 % turgido
10 ottobre	0,6856	0,0708	0,9661	0,0809	1,012	2,472	Reg. idr. 50 % turgido
12 ottobre	0,6856	0,0708	0,9661	0,0809	1,088	1,977	Reg. idr. 50 % turgido
13 ottobre	0,6856	0,0708	0,9661	0,0809	0,664	1,059	Reg. idr. 50 % turgido

TABELLA X

Rilievi su:	Regime idrico ridotto		Regime idrico normale	
	Epidermide inferiore	Epidermide superiore	Epidermide inferiore	Epidermide superiore
Numero stomi	11,70	2,8	11,00	2,65
Rapporto percentuale	100	100	94	94,6
Numero peli	38	—	36	—
Rapporto percentuale	100	—	94,4	—

ovvio non possono interpretare il fenomeno dell'aumento di traspirazione ma ci aiutano a trovarne le possibili cause. Dalle foto pubblicate in altri lavori (17) inoltre si notò come le piante le cui disponibilità idriche ammontano a circa la metà di quelle necessarie non riducono la propria superficie evaporante della metà ma anche di un quarto onde la quantità di acqua a loro disposizione essendo tutta assorbita, in conseguenza delle elevate temperature estive, deve essere eliminata su una superficie diminuita di molto.

Stando alle analisi relative al contenuto in clorofilla in varie memorie dimostrammo che col diminuire dell'acqua i tessuti si arricchiscono di tale pigmento *. Tenendo in dovuto conto tale acquisizione e considerando che le radiazioni assorbite dalla clorofilla sono prevalentemente quelle della zona rosso arancione, possiamo con buona approssimazione risalire al rendimento quantico del processo.

Infatti N quanti di radiazione rosso arancione (con N intendiamo il numero di *A v o g a d r o*) corrispondono a circa 50 Kilo cal., ora se ci riferiamo ad es. alla quantità di acqua traspirata dalle 7 alle 8 del giorno 8 agosto 1946 che risulta essere gr. 0,36 e alle calorie necessarie alla sua vaporizzazione pari a 209 si può con una semplice proporzione risalire al numero di *h ν* relativi a tali calorie:

$$50.000 : 6,1 \cdot 10^{23} = 209 : x$$

$$x = 2,51 \cdot 10^{21}$$

inoltre gr. 0,36 di acqua corrispondono a $1,2 \cdot 10^{22}$ molecole; chiamando con ϕ il rapporto $\frac{\text{numero di molecole emesse}}{\text{numero di fotoni assorbiti}}$ possiamo pervenire al calcolo del rendimento quantico;

$$\phi = \frac{1,2 \cdot 10^{22}}{2,51 \cdot 10^{21}} \approx 5$$

tale valore è costante per i due regimi idrici oggetto delle nostre esperienze ed indipendente dalla specie.

La discussione dei dati, le conclusioni e la bibliografia saranno riportate nella Nota II.

* Per il *Solanum lycopersicum* trovammo per le dotazioni idriche del 50 % e 100 % rispettivamente 7,56 e 4.4 mgr. per dm.² di superficie fogliare; per la *Brassica campestris* var. *oleifera* 16,68 e 12 mgr. per dm.².

RIASSUNTO

L'A. ha voluto indagare le modificazioni presentate dal metabolismo dei vegetali allorchè variano le disponibilità idriche del suolo. Dal complesso delle ricerche effettuate si è giunti a dimostrare che sotto alcune condizioni sperimentali l'intensità traspiratoria aumenta nei soggetti allevati con limitate dosi di acqua e, del processo traspiratorio stesso, se ne determinava il rendimento quantico, misurandone altresì il calore di vaporizzazione e la variazione entropica.

SUMMARY

PHOTOSYNTHESIS, RESPIRATORY QUOTIENT, TRANSPIRATION, CATALASE AND OXIDASE ACTIVITY OF CERTAIN PLANTS IN RELATION TO THE SOIL WATER AVAILABILITY. I.

by LUCIANO TOMBESI

The object of this paper is to relate the water availability in the soil to the plant metabolism.

These experiments indicate that, under some experimental conditions, the transpiration activity increases in the plants grown in water deficiency; the quantitative yield, the evaporation heat and the entropic variation of the transpiration process were determined.

LUCIANO TOMBESI

FOTOSINTESI, QUOZIENTE RESPIRATORIO, TRASPIRAZIONE, ATTIVITÀ CATALASICA ED OSSIDASICA DI ALCUNE SPECIE VEGETALI IN RAPPORTO ALLE DISPONIBILITÀ IDRICHE DEL SUOLO

NOTA II

Fotosintesi e quozienti respiratori

Le ricerche inerenti alla fotosintesi ed ai quozienti respiratori da noi intraprese risalgono al '46, epoca in cui ci proponemmo di indagare come l'ambiente e più propriamente il fattore acqua, poteva influire su alcuni aspetti del metabolismo dei vegetali.

Malgrado l'argomento sia piuttosto dibattuto, dati precisi in merito almeno in letteratura, fatta eccezione per alcuni studi che risalgono al 1920 non esistono aventi il peculiare obbiettivo cui accennavamo.

Le correlazioni tra le varie attività indagate sono tutt'altro che semplici ma reputiamo siano molto vicini alla realtà in quanto è stata nostra costante preoccupazione operare su organismi integri, con tessuti cioè, come abbiamo già riferito, non recisi dalla pianta ma piuttosto sorpresi nei vari momenti del loro metabolismo e stimolati anzichè con reattivi capaci di alterare alcune funzioni e svisarne di conseguenza il loro significato, col variare dall'esterno ed in condizioni fisiologiche il fattore che ci interessava studiare: l'acqua.

Che tale modo di operare sia stato essenziale onde perseguire il fine propostoci lo dimostravano i fatti. Naturalmente non tutte le specie reagiscono alla recissione dei tessuti in maniera tale da compromettere i risultati; ad es. per la *Vitis vinifera* come abbiamo riferito non è possibile dosare quantitativamente l'attività fotosintetica in giovani rami o foglie recisi, mentre lo è allorchè questi sono ancora uniti alla pianta.

Che tali ricerche inoltre siano oltremodo delicate lo stanno a dimostrare i dati da noi raccolti. Essi variano considerevolmente a seconda che le determinazioni vengano eseguite la mattina o la sera, tanto che siamo stati costretti a fare due distinzioni fondamentali: quozienti respiratori ed attività enzimatica delle

ore pomeridiane e quozienti respiratori ed attività enzimatica delle ore antimeridiane.

Non è possibile stabilire fra le due serie di valori relazione alcuna mentre è possibile stabilirla fra di loro una volta isolati.

D'altra parte che tali rapporti fossero veramente esistenti e non causali lo dimostrava il loro andamento grafico che confermava altre ricerche da noi già pubblicate, ma concernenti il campo delle fermentazioni (18).

Nella tabella XI riportiamo i dati relativi alla attività fotosintetica di tre specie: *Solanum lycopersicum*, *Vitis vinifera* e *Vicia faba*; in detta tabella, appare un fatto singolare e notevole nello stesso tempo che alcuni anni or sono ponemmo in rilievo: l'attività fotosintetica riferita ad unità di peso (gr.) e di tempo (h), contrariamente a quel che ci si poteva attendere, è maggiore in quella serie di piante le cui disponibilità idriche erano state appositamente limitate.

Infatti Duster (1924-1925) come mette in luce il Rabinowtch trovò che la diminuzione delle somministrazioni idriche è uno dei fattori responsabili della perdita dell'efficienza fotosintetica, e Desai (1933) osservò che quest'ultima nelle specie *Ricinus communis* e *Helianthus annuus* pure diminuisce proporzionalmente al contenuto di acqua delle foglie.

Duster (1925), Desai (1933), Kreusler e soprattutto Iljin (1923) pensarono che la causa capace di determinare tali fenomeni fosse il meccanismo stomatico.

Gli stomi presiedono come è noto al processo traspiratorio mantenendolo entro i limiti possibili per l'organismo, per mezzo dell'equilibrio amido-zucchero nelle cellule che li costituiscono; in tali cellule la mancanza di acqua origina un aumento dell'amido di riserva, una diminuzione della concentrazione zuccherina e di conseguenza una relativa diminuzione del turgore cellulare comportante la chiusura delle labbra stomatiche, ed una inibizione degli scambi gassosi con l'atmosfera.

Thoday (14) allo scopo di convalidare tali concetti sperimentando sull'*Helianthus annuus* rese noti i seguenti risultati:

	CO ₂ assimilata in mgr./h per dm ²
Tessuti turgidi	16,1
Tessuti semi appassiti	8,5
Tessuti appassiti	1,6

Tali risultati, che peraltro contrastano con i nostri, possono essere spiegati, come già dicemmo a proposito di un nostro lavoro, pensando ad una diversa tecnica adottata ed al fatto che, come risulta dalle memorie originali, gli studiosi citati lavorarono con tessuti recisi sui quali determinavano lo stato di deidratazione di volta in volta.

Così l'azione stomatica cui si è accennato, nel nostro caso non poteva verificarsi poichè i tessuti delle piante allevate in carenza idrica e sulle

Fotosintesi e respirazione in funzione del regime idrico

Solanum lycopersicum										Vitis vinifera									
Data	Fotosintesi per gr. sost. secca e rol. aria: mmgr. di CO ₂		Respirazione per gr. sost. secca e rol. aria: mmgr. di CO ₂		Durata della esperienza	Temperatura in C°	Data	Fotosintesi per gr. sost. secca e rol. aria: mmgr. di CO ₂		Respirazione per gr. sost. secca e rol. aria: mmgr. di CO ₂		Durata della esperienza	Temperatura in C°						
	Regime idrico 50 %	Regime idrico 100 %	Regime idrico 50 %	Regime idrico 100 %				Regime idrico 50 %	Regime idrico 100 %	Regime idrico 50 %	Regime idrico 100 %								
23 agosto	22,04	26,31	3,53	8,79	8 ^h 45'	22,5-26,3	20 agosto	8,38	15,83	6,95	1,06	3 ^h 50'	25	21					
24 agosto	34,86	26,31	3,50	8,79	3 ^h 45'	22,5-27	21 agosto	13,90	15,53	12,91	1,06	3 ^h 45'	19	24,5					
27 agosto	10,09	11,65	7,28	2,74	3 ^h 45'	21-28	21 agosto	13,67	18,17	12,25	3,25	3 ^h 25'	16	23,5					
26 agosto	26,06	15,87	12,71	11,52	3 ^h 45'	28-25	30 agosto	16,63	9,46	7,96	3,23	3 ^h 15'	20,5-26						
12 settem.	3,38	5,66	2,29	4,43	3 ^h 55'	19-25	30 agosto	13,51	10,77	1,10	5,60	3 ^h	27	21					
16 settem.	3,85	6,82	2,75	6,06	4 ^h 5'	18-23,5	31 agosto	5,36	5,06	1,81	2,24	3 ^h 10'	21	26					
20 settem.	20,15	17,18	8,83	11,40	3 ^h 35'	20,5-23,5	31 agosto	8,56	4,33	2,00	1,81	3 ^h 40'	26	24					
21 settem.	10,14	9,18	6,47	3,15	3 ^h 45'	21,5-22,5	1° settem.	9,04	4,63	1,80	1,81	3 ^h 50'	20	26					
22 settem.	16,16	8,59	12,49	2,82	3 ^h 55'	23,3-21,5	2 settem.	7,23	3,36	2,09	1,54	4 ^h 60'	21	26					
23 settem.	16,16	14,49	12,49	8,46	3 ^h 50'	24,5-21,8													
24 settem.	39,06	11,91	6,02	2,59	3 ^h 50'	22-20,5													

Vicia faba: durata dell'esperienza 8 h

Regime idrico ridotto 50 %						Regime idrico normale 100 %					
Data	Peso fresco gr.	cc CO ² consum.	cc O ₂ svolto	Op $\frac{O_2}{CO_2}$	mmgr. CO ₂ consum. per gr. di sist. fresca e ora	Data	Peso fresco gr.	cc CO ₂ consum.	cc O ₂ svolto	Op $\frac{O_2}{CO_2}$	mmgr. O ₂ svolto per gr. di sist. fresca e per ora
25 maggio	1,32	4,15	4,10	0,98	0,76	6 maggio	1,40	1,85	2,0	1,08	0,23
30 maggio	2,01	5,4	5,0	0,92	0,65	24 maggio	1,41	3,60	3,85	1,06	0,48
1 giugno	2,6	14,9	15,0	1,0	1,40	3 giugno	2,3	9,80	9,95	1,01	0,70

Regime idrico	Steli di colza			Fusti di pomodoro		Fusti di vite	
	32 %	60 %	205 %	50 %	100 %	51 %	100 %
Umidità	16,26 %	17,80 %	15,37 %	—	—	—	—
Grassi grezzi	1,49 %	0,87 %	0,90 %	—	—	—	—
Cellulosa (met. Bellucci)	30,00 %	32,31 %	36,75 %	25,15 %	29,03 %	21,94 %	22,82 %
Lignina (met. Noltehoelder)	22,05 %	30,05 %	32,92 %	15,04 %	18,02 %	36,54 %	40,88 %

quali si determinarono i consumi idrici possedevano spesso ed in media una umidità superiore rispetto alle altre tenute in condizioni normali.

In effetti il meccanismo al quale ricorre il vegetale in natura sotto certe condizioni sperimentali dovrebbe essere diverso. L'organismo proprio in virtù delle elevate concentrazioni della soluzione circolare che riscontra nel suolo allorchè le disponibilità idriche sono ridotte è costretto per sopravvivere ad aumentare il tono osmotico a spese dei primi prodotti della fotosintesi aumentando l'intensità di questa e diminuendo i composti ad alta condensazione come ad esempio la lignina e la cellulosa.

Onde rendere accettabile quest'ultima asserzione rivolgemmo la nostra attenzione al contenuto in cellulosa e lignina dei tessuti delle piante sottoposte allo studio, e i cui dati, alcuni dei quali già resi noti, sono forniti dalla tabella XII:

In essa appare come le sostanze ad alta polimerizzazione incrostanti la membrana vegetale diminuiscono con il diminuire delle dotazioni idriche del suolo. A confermare l'ipotesi della diminuzione dei prodotti condensati stanno fra l'altro le ricerche dello S p o e h r (13), il quale dimostrava che l'amido di sovente accumulandosi intorno ai cloroplasti inibiva la fotosintesi, e che, quando le cellule per l'azione di fattori interni od esterni non ben precisati erano costrette ad idrolizzarlo, l'intensità fotosintetica tendeva ad aumentare.

Wilhem Simonis (11) (in ricerche contemporanee alle nostre del 1947) e usando la tecnica di Van der Pan (19) trovava, sperimentando su *Trifolium*, dati molto simili a quelli da noi resi noti nel 1948.

Per quanto concerne i quozienti respiratori abbiamo già detto che notammo delle profonde differenze a seconda che le rispettive determinazioni delle varie serie di piante a consumo, si effettuavano il mattino o il pomeriggio. Nelle tabelle relative essi sono riportati pertanto secondo questa distinzione.

I grafici II e III, relativi all'*Arachis hypogaea*, mostrano i rapporti esistenti tra i quozienti respiratori delle ore antimeridiane e pomeridiane sia a regime idrico normale che ridotto.

Steli di fava				Steli di arachide				Steli di fagiolo			
42 %	60 %	81 %	100 %	39 %	59 %	78 %	100 %	25 %	50 %	75 %	100 %
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,98 %	0,79 %	0,80 %	0,64 %	—	—	—	—	—	—	—	—
5,96 %	28,27 %	29,16 %	28,86 %	30,1 %	27,1 %	30,70 %	30,70 %	30,00 %	33,12 %	30,00 %	31,10 %
8,00 %	20,56 %	21,42 %	20,00 %	25,04 %	24,03 %	22,64 %	28,32 %	21,50 %	21,44 %	20,61 %	21,34 %

Per quest'ultimo i dati concordano con le previsioni, in quanto i quozienti respiratori (Q_R) delle prime ore del giorno variano notevolmente durante l'intero ciclo biologico e sono spiccatamente superiori a quelli riscontrati nella sera. Poichè durante la notte si ha un accumulo di acidi ossigenati a basso livello di riduzione, intendendosi per quest'ultimo il rapporto:

$$L = \frac{2 nC + 0,5 nH - nO}{2 nC}$$

dove nC , nH ed nO rappresentano rispettivamente il numero di atomi di C, H e O della molecola del composto, è logico supporre che il Q_R sia superiore a quello della sera, poichè i tessuti sottoposti all'intenso scambio gassoso relativo alla fotosintesi verificatasi durante il giorno, non hanno potuto accumulare che composti ad alto livello di riduzione, aventi quozienti respiratori vicini all'unità od inferiore a questa come in pratica abbiamo riscontrato; osservando i grafici si nota che i valori intorno a 0,9 sono più frequenti nelle ore pomeridiane.

A questo proposito è bene tener presente che, nel calcolo delle medie riportate nelle tabelle dei quozienti respiratori non abbiamo tenuto dei valori chiusi in parentesi perchè ritenuti da noi troppo elevati. Non si son potuti scartare poichè essi sono relazionati all'andamento delle ossidasi e delle catalasi, e alle curve dell'assorbimento dell' O_2 e dell'emissione del CO_2 .

La questione che il Q_R sia spesso maggiore al mattino potrebbe essere spiegato anche tenendo conto delle ricerche di *Burström* (3).

Questi osservò che aumentando l'intensità luminosa aumenta l'attività fotosintetica e l'assimilazione dei nitrati e che una maggiore assimilazione di nitrati è sempre accompagnata dalla comparsa di acido malico e citrico, cioè di ossiacidi e da composti, pure di natura acida, ancora non ben definiti.

Poichè nelle prime ore del giorno i vegetali si trovano proprio in queste condizioni ambientali, l'aumento degli ossiacidi che si verifica secondo *Burström* va a determinare l'aumento di Q_R . È da notare infine che dagli studi di *Vickery* e *Pucher* (20) sembra che l'aumento degli ossiacidi nei tessuti sia determinato anche dagli ioni NH_4^+ .

GRAFICO II

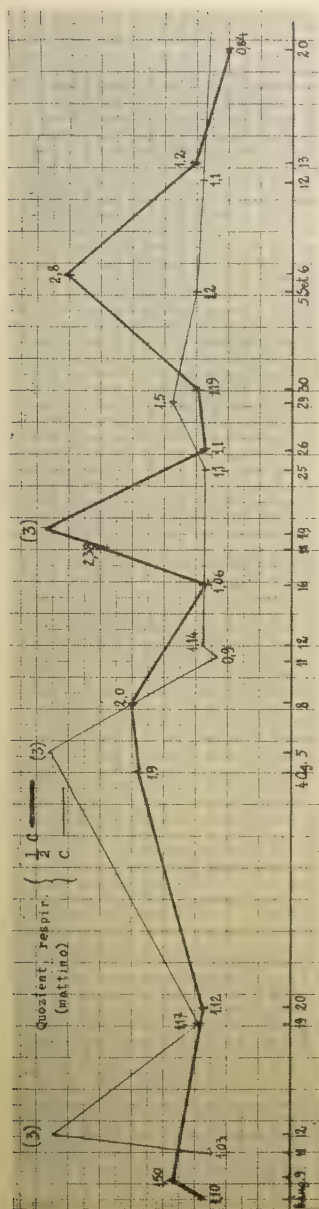
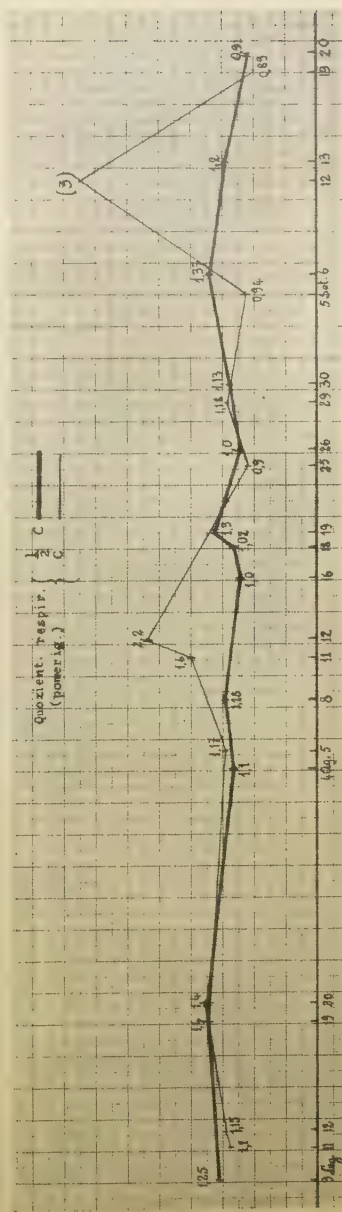


GRAFICO III



Arachis hypogaea: Q_R e intensità respiratoria del mattino
in funzione del regime idrico

Data	Regime idrico ridotto (50 %)				Data	Regime idrico normale (100 %)				mingr. CO_2 per h e gr. sost. fresca		mingr. O_2 per h e gr. sost. fresca	
	peso fresco tessuto gr.	cc CO_2 emessa	cc O_2 consum.	Q_R		peso fresco tessuto gr.	cc CO_2 emessa	cc O_2 consum.	Q_R	50 %	100 %	50 %	100 %
8 luglio	1,22	7,15	6,10	1,10	11 luglio	0,92	5,65	5,45	1,03	5,7	6,1	3,5	4,2
9 luglio	1,07	5,45	3,45	1,5	12 luglio	1,12	9,65	3,20	(3)	4,9	8,4	2,3	2,0
20 luglio	0,96	8,45	7,50	1,12	19 luglio	1,28	7,20	6,15	1,17	8,6	5,5	5,5	3,1
4 agosto	0,97	6,85	3,55	1,9	5 agosto	1,02	6,50	2,10	(3)	6,9	6,2	2,6	1,6
8 agosto	1,08	7,0	3,3	2,00	11 agosto	0,96	6,55	7,9	0,9	6,4	6,7	2,2	5,8
16 agosto	0,86	5,3	5,0	1,06	14 agosto	0,98	7,15	6,25	1,14	6,0	7,1	4,1	4,5
18 agosto	0,85	5,0	2,1	(2,38)	25 agosto	1,03	3,85	3,40	1,1	5,8	2,3	1,8	1,5
19 agosto	1,28	5,0	1,6	(3)	29 agosto	1,35	4,2	2,8	1,5	3,8	3,1	0,89	1,5
26 agosto	1,43	6,65	4,15	1,1	5 settem.	1,2	4,9	3,95	1,2	4,6	4,0	2,1	2,3
30 agosto	1,44	5,35	4,5	1,19	12 settem.	0,8	2,0	1,7	1,1	3,6	2,5	2,2	1,6
6 settem.	1,1	3,75	1,3	(2,8)	3 ottobre	1,41	1,65	1,5	1,1	3,3		0,8	0,8
13 settem.	1,23	2,7	2,1	1,2						2,2	1,1	1,2	
20 settem.	0,83	2,6	3,1	0,84						3,1		2,7	
4 ottobre	1,54	2,55	2,8	0,9						1,6		1,3	
		Media . . .		1,27			Media . . .		1,14	4,8	4,8	2,4	2,6

Arachis hypogaea: Q_B e intensità respiratoria del pomeriggio
in funzione del regime idrico.

TABELLA XVI

Data	Regime idrico ridotto (80 %)				Data	Regime idrico normale (100 %)				mm. CO_2 per h e gr. sost. fresca	
	peso fresco tessuto gr.	cc CO_2 emessa	cc O_2 consum.	Q_B		peso fresco tessuto gr.	cc CO_2 emessa	cc O_2 consum.	Q_B	50 %	100 %
9 luglio	1,08	7,00	5,60	1,25	11 luglio	1,26	6,00	5,40	1,10	6,4	4,7
10 luglio	0,93	9,9	6,60	1,4	12 luglio	0,97	6,35	5,50	1,15	10,4	6,4
4 agosto	0,83	6,85	6,00	1,1	19 luglio	0,70	9,25	6,50	1,4	8,1	12,9
8 agosto	0,96	8,05	6,80	1,18	5 agosto	1,28	5,70	4,90	1,17	8,2	4,4
16 agosto	0,84	5,7	5,6	1,0	11 agosto	1,09	5,00	3,2	1,60	6,6	4,5
18 agosto	0,85	5,0	2,1	(2,38)	12 agosto	1,06	6,1	2,7	(2,2)	5,6	5,6
19 agosto	1,70	5,25	4,05	1,29	25 agosto	1,12	6,55	0,60	0,9	3,1	0,5
26 agosto	1,08	5,85	5,85	1,0	29 agosto	1,67	6,75	5,7	1,18	5,3	3,09
30 agosto	1,19	5,50	4,85	1,13	5 settem.	1,37	5,00	6,30	0,94	4,5	4,2
6 settem.	0,85	6,15	4,5	1,37	12 settem.	0,83	2,00	0,66	(3)	7,1	2,4
13 settem.	0,82	2,4	2,0	1,2	19 settem.	1,19	2,15	2,40	0,89	2,9	1,8
20 settem.	1,45	2,15	2,35	0,91						1,5	1,2
				Media . . .					Media . . .	5,8	4,7
				1,16						3,6	2,6

Interessanti rilievi nei confronti della respirazione dell'arachide si possono fare allorchè si considerano i mmgr. di CO_2 emessa e i mmgr. di O_2 assorbiti per gr. di sostanza fresca e per ora: anzitutto dai grafici IV e V per il regime idrico ridotto si può osservare chiaramente la diretta proporzionalità esistente tra questi due parametri nel primo stadio vegetativo che decorre fino al 16 agosto, dopo il quale, sia per i dati del mattino che per quelli della sera si ha una caduta caratteristica e parallela (16, 18 e 19 agosto) del CO_2 e dell' O_2 , alla quale corrisponde un aumento dei corrispondenti quozienti respiratori.

La causa di questo fenomeno insolito che si ripete sia per i dati del mattino che per quelli del pomeriggio non è ben definita; probabilmente accade anche per la respirazione ciò che si può osservare nel decorso della attività fotosintetica del *Solanum lycopersicum* da noi studiata: i minimi di tali processi rappresentano la fine e l'inizio di nuovi cicli metabolici, a loro volta relazionati a particolari fasi vegetative, quali ad es. la fioritura e la fruttificazione.

L'andamento del grafico del tutto consumo pur avendo un minimo posticipato, ha un decorso che specialmente per quanto riguarda la sera è analogo a quello del consumo idrico ridotto.

Dalle medie dei valori riportati nelle tabelle è evidente che gli scambi gassosi sono molto più accentuati per i tessuti provenienti da piante tenute a dosi ridotte di acqua; essi consumano molto più ossigeno ed emettono anche più anidride carbonica. Tali risultati si spiegano poichè da quanto abbiamo più sopra esposto gli organismi che trovansi in condizioni idriche anormali pur considerando il fatto che hanno un maggior numero di stomi per unità di superficie ed a volte una traspirazione esaltata che va intesa come processo endotermico, hanno un maggior contenuto in composti osmoticamente attivi che noi pensiamo appartenenti alla classe degli zuccheri, quindi facilmente ossidabili.

Tale ipotesi potrebbe essere accettabile poichè come ripetiamo i Q_R tendono ad essere inferiori nelle serie di piante a sufficienti disponibilità idriche.

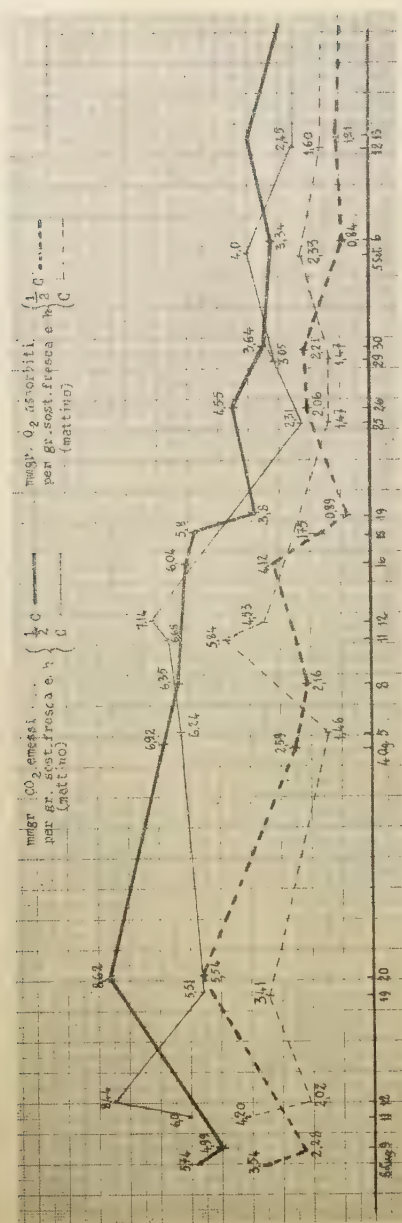
In complesso sia la linea anidride carbonica che dell'ossigeno nei grafici IV e V diminuiscono con l'invecchiare dei tessuti.

Attività ossidasica e catalasica

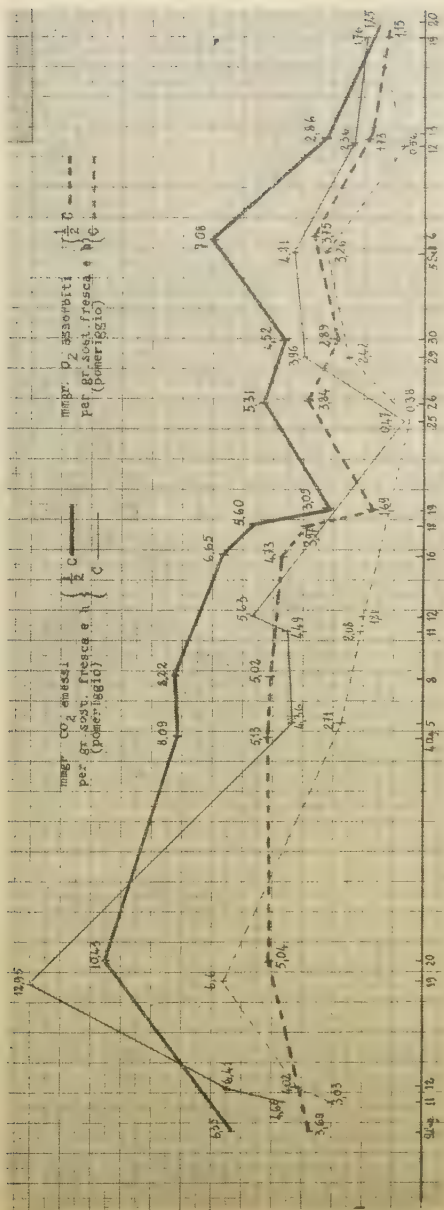
Le ricerche sopra esposte relative alla misura dell'intensità fotosintetica e respiratoria nonchè dei quozienti respiratori in rapporto al regime idrico ci mostrarono nel corso delle prove come fosse indispensabile estendere le indagini nel campo enzimatico, onde poter giustificare l'esaltazione del metabolismo nei giovani tessuti di piante allevate con limitate dosi di acqua.

Pertanto volgevamo la nostra attenzione verso alcuni gruppi enzimatici che di tale fatto potevano essere la causa.

GRAFICO IV



GRIPPO V



Data l'indiscussa importanza aventi le ossidasi e la catalasi in alcuni tipi di sistemi respiratori vegetali, abbiamo intrapreso, con la tecnica descritta nella seconda parte del presente lavoro, uno studio concernente tali enzimi, avente come scopo la dimostrazione della possibile correlazione esistente tra il processo respiratorio dei tessuti e le cariche enzimatiche aventi carattere ossidoriduttivo.

La scelta delle specie pertanto fu relazionata al particolare sistema respiratorio da esse posseduto e trovò una ragione soltanto in esso.

È stato così tutt'altro che arbitrario l'aver preso in considerazione la *Vicia faba* che possedeva solo deidrase assitrope, il *Phaseolus vulgaris* avente solo catalasi, l'*Arachis hypogaea* avente sia le deidrase ossitrope che le catalasi, e la *Vitis vinifera* che non dava alcuna reazione positiva rispetto tali gruppi enzimatici.

Dalle tabelle, in cui abbiamo riassunti i dati, si rileva che le differenze riscontrate tra il mattino e il pomeriggio nei riguardi della respirazione si mantengono anche se meno accentuate, per le ossidasi.

Così dalle medie sopra citate relative alla respirazione della *Vicia faba* troviamo che, mentre nelle prime ore del giorno per le foglie del consumo idrico si hanno valori di mmgr. 3,3 e mmgr. 1,84 rispettivamente per l'anidride carbonica e per l'ossigeno, nelle ore pomeridiane tali valori salgono a mmgr. 5,1 e 3,1; per foglie del consumo idrico normale si va da mmgr. 3,1 e mmgr. 1,7 a mmgr. 3,3 e mmgr. 2,3.

Fenomeni analoghi accadono nei riguardi dell'*Arachis hypogaea*; in tale pianta i dati respirometrici delle ore antimeridiane per le foglie a consumo idrico ridotto sono: mmgr. 4,8 per la CO_2 e mmgr. 2,4 per l' O_2 , quelli delle ore pomeridiane sono: mmgr. 5,8 sempre per la CO_2 e mmgr. 3,6 per l' O_2 .

Nell'*Arachis* a consumo idrico normale tali oscillazioni di valori non sono apprezzabili; essi si mantengono intorno a mmgr. 4,8 e mmgr. 2,6 sia per il mattino che per il pomeriggio.

Tali differenze sono confermate per la *Vitis vinifera*, come è facile constatare.

L'aver accertato che per diverse specie nel pomeriggio si verifica un aumento di respirazione qualunque sia il regime idrico a cui esse sono sottoposte è, a nostro avviso, di fondamentale importanza.

Infatti, non avendo tale cognizione e stando ai risultati sperimentali riportati, se si fossero eseguite le misure casualmente solo il mattino come sovente accade per ragioni pratiche di laboratorio non avremmo potuto riscontrare differenza alcuna circa l'attività catabolica delle due serie di piante a reintegrazione idrica ridotta e normale. Basta osservare i valori delle medie della respirazione relativi al mattino della *Vicia faba* e *Vitis vinifera*, ed in particolare dell'*Arachis hypogaea*, per convenirne.

Nel pomeriggio invece, ci sia consentito ripeterci, tali differenze sono notevoli e permettono di trarre quelle conclusioni che solo le cifre, più che le ipotesi, possono permettere.

TABELLA XIX

Vicia faba: ossidasi del mattino

Data	ossidasi mm ³ O ₂ assorbito Regime idrico ridotto (50 %)	Data	ossidasi mm ³ O ₂ assorbito Regime idrico normale (100 %)
8 maggio	—	7 maggio	1180
9 maggio	670	14 maggio	890
10 maggio	1720	16 maggio	780
11 maggio	1590	17 maggio	1030
20 maggio	2060	18 maggio	1640
25 maggio	1940	21 maggio	2000
		24 maggio	2230
Media	1596	Media	1392

TABELLA XX

Vicia faba: ossidasi del pomeriggio

Data	ossidasi mm ³ O ₂ assorbito Regime idrico ridotto (50 %)	Data	ossidasi mm ³ O ₂ assorbito Regime idrico normale (100 %)
9 maggio	1960	14 maggio	1860
11 maggio	1990	16 maggio	1600
20 maggio	2150	17 maggio	930
		18 maggio	1900
		21 maggio	2170
Media	2033	Media	1692

TABELLA XXI

Phaseolus vulgaris: catalasi del mattino

Data	catalasi cc O ₂ liberato Regime idrico ridotto (50 %)	Data	catalasi cc O ₂ liberato Regime idrico normale (100 %)
6 settembre	15,1	6 settembre	15,65
8 settembre	13,3	8 settembre	12,9
12 settembre	15,0	12 settembre	15,4
13 settembre	14,9	13 settembre	14,9
15 settembre	14,6	15 settembre	15
19 settembre	13,7	19 settembre	14
20 settembre	14,1	20 settembre	11,8
22 settembre	8,3	22 settembre	12,9
23 settembre	14,6	23 settembre	13,6
Media	13,73	Media	14,02

TABELLA XXII

Arachis hypogaea: ossidasi e catalasi del mattino

Data	Regime idrico ridotto (50 %)		Data	Regime idrico normale (100 %)	
	ossidasi mm ³ di O ₂ assorbito	catalasi cc O ₂ liberato		ossidasi mm ³ di O ₂ assorbito	catalasi cc O ₂ liberato
8 luglio	920	25,3	11 luglio	690	25,5
9 luglio	980	25,65	12 luglio	790	25,6
20 luglio	1790	23,0	19 luglio	1350	23,95
4 agosto	1180	21,1	5 agosto	790	21,2
8 agosto	1150	19,7	11 agosto	1460	18,6
16 agosto	1530	17,2	12 agosto	1690	17,9
18 agosto	1290	19,4	25 agosto	1440	17,0
19 agosto	1800	18,5	28 agosto	1260	15,0
26 agosto	1310	16,65	5 settem.	1370	14,6
30 agosto	1800	15,7	12 settem.	2060	12,8
6 settem.	2540	13,85	19 settem.	1830	13,5
13 settem.	2970	13,0	3 ottobre	2520	13,9
20 settem.	2620	14,7			
23 settem.	2660	16,65			
4 ottobre	1310	13,8			
Medie . .	1710	18,30	Medie . .	1437	18,30

TABELLA XXIII

Arachis hypogaea: ossidasi e catalasi del pomeriggio

Data	Regime idrico ridotto (50 %)		Data	Regime idrico normale (100 %)	
	ossidasi mm ³ di O ₂ assorbito	catalasi cc O ₂ liberato		ossidasi mm ³ di O ₂ assorbito	catalasi cc O ₂ liberato
8 luglio	1440	25,3	11 luglio	790	25,4
9 luglio	1100	23,55	12 luglio	820	20,95
20 luglio	1740	22,90	19 luglio	1730	24,0
4 agosto	1350	20,55	5 agosto	830	20,55
8 agosto	1230	20,25	11 agosto	430	19,60
16 agosto	1180	18,65	12 agosto	1270	18,95
18 agosto	1260	18,3	25 agosto	2000	16,20
19 agosto	1330	16,65	29 agosto	1630	16,00
26 agosto	1170	16,3	5 settem.	1130	15,00
30 agosto	1330	13,2	12 settem.	1390	11,75
6 settem.	1030	13,05	19 settem.	2130	13,5
13 settem.	1540	14,5	3 ottobre	2050	9,95
20 settem.	2240	13,15			
4 ottobre	2150	13,0			
Medie . .	1441	17,80	Medie . .	1350	17,65

Valori dell'attività catalasica dei giorni riportati nel grafico VIII (regime idrico normale)

Tempo in 1'	12 luglio 1949	12 agosto 1949	12 settem- bre 1949	Tempo in 1'	12 luglio 1949	12 agosto 1949	12 settem- bre 1949
	cc O ₂ liberato	cc O ₂ liberato	cc O ₂ liberato		cc O ₂ liberato	cc O ₂ liberato	cc O ₂ liberato
I	6,8	8,4	4,7	14	25,2		12,6
2	12,7	13,7	6,4	15	25,3		12,7
3	16,6	16,7	8,2	16	25,35		12,8
4	19,5	17,8	9,4	17	25,4		12,8
5	21,3	17,85	10,3	18	25,45		12,8
6	22,5	17,85	10,8	19	25,5		12,8
7	23,35	17,9	11,5	20	25,5		
8	23,9	17,9	11,7	21	25,55		
9	24,25	17,9	12,0	22	25,55		
10	24,6		12,1	23	25,6		
11	24,8		12,3	24	25,6		
12	25,0		12,4	25	25,6		
13	25,1		12,5				

Nelle tabelle sono riassunti i dati riferentisi al contenuto in ossidasi e catalasi dei tessuti verdi delle varie specie sottoposte allo studio.

Da esse come abbiamo accennato è facile desumere che mentre l'attività catalasica si mantiene costante col progredire delle ore del giorno e non varia sostanzialmente al variare del regime idrico, l'attività delle deidrase ossitrope registrata dall'apparecchio aumenta notevolmente nei tessuti di piante allevate con dosi ridotte di acqua, e riferendosi alla *Vicia faba*, tali enzimi esaltano la loro attività nelle ore pomeridiane. Nell'*Arachis hypogaea* pur restando confermato il fatto che con il diminuire delle dosi d'acqua l'attività ossidasica aumenta, essa, probabilmente, data la presenza di catalasi che non abbiamo riscontrato in *Vicia faba*, diminuisce dalla mattina alla sera.

Nei grafici VI e VII si osserva l'andamento in funzione del tempo degli enzimi studiati: l'attività catalasica ed ossidasica durante il periodo biologico sono tra loro inversamente proporzionali.

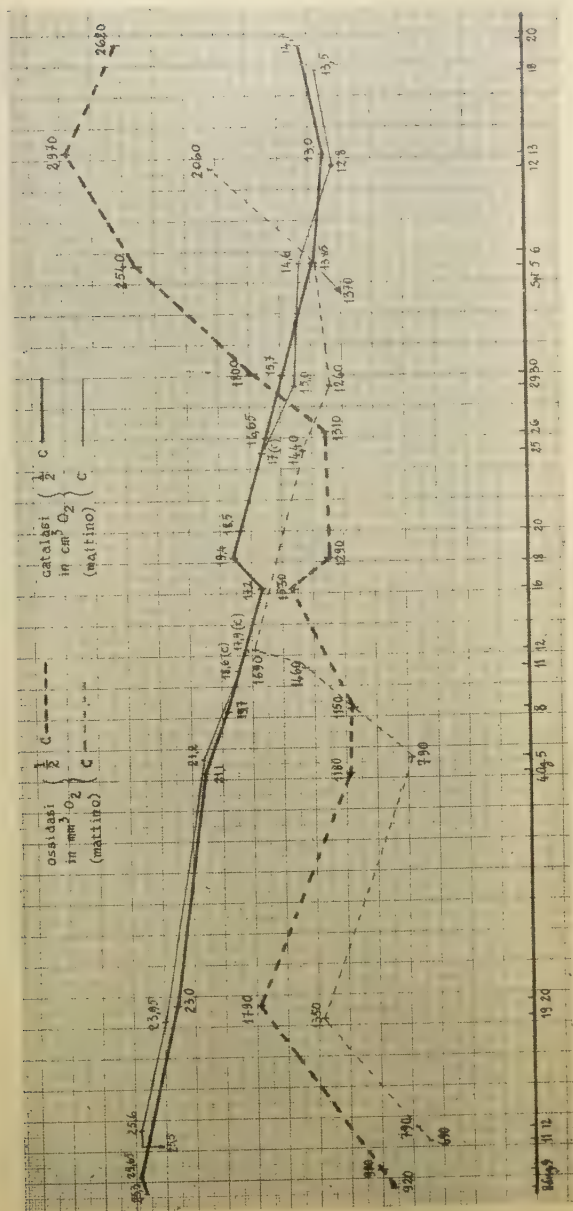
È da tener presente al riguardo, che stando ai metodi di determinazione, allorchè nei tessuti si riscontra una minima carica enzimatica, ad es. in catalasi significa che esse in seno al protoplasma svolgono una notevole attività. Se così è, in effetti si dovrebbe arguire che con l'invecchiamento degli organi si ha una spiccata tendenza alla formazione di perossidi del tipo H₂O₂, una tendenza cioè all'intossicazione che a sua volta è ostacolata da un aumento delle catalasi.

TABELLA XXV

Valori dell'attività ossidasica dei giorni
riportati nel grafico IX (regime idrico normale)

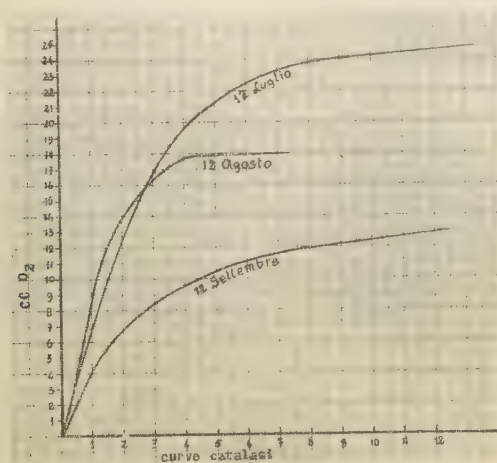
Tempo in 1'	7 maggio 1949 mattino	17 mag- gio 1949 mattino	24 mag- gio 1949 mattino	Tempo in 1'	7 maggio 1949 mattino	17 mag- gio 1949 mattino	24 mag- gio 1949 mattino
	mm ³ O ₂ assorbito	mm ³ O ₂ assorbito	mm ³ O ₂ assorbito		mm ³ O ₂ assorbito	mm ³ O ₂ assorbito	mm ³ O ₂ assorbito
1	0	100	270	33	960	810	1910
2	0	270	520	34	990	810	1950
3	140	390	720	35	1000	820	1970
4	290	440	790	36	1010	820	1970
5	400	510	800	37	1030	820	1990
6	430	550	830	38	1050	840	2000
7	460	600	860	39	1060	860	2020
8	500	620	910	40	1070	860	2040
9	520	660	960	41	1070	870	2060
10	550	680	990	42	1080	870	2070
11	560	700	1030	43	1089	890	2100
12	560	700	1050	44	1090	900	2110
13	570	700	1100	45	1090	900	2120
14	600	700	1120	46	1100	900	2150
15	650	710	1140	47	1110	910	2160
16	650	720	1200	48	1120	930	2160
17	660	730	1240	49	1130	940	2200
18	690	740	1300	50	1130	960	2230
19	720	750	1330	51	1140	960	2230
20	730	750	1350	52	1150	970	2230
21	760	760	1390	53	1160	990	2230
22	780	760	1430	54	1160	990	2230
23	800	760	1490	55	1170	990	2230
24	820	770	1540	56	1180	990	2230
25	830	770	1590	57	1180	1010	2230
26	840	790	1620	58	1180	1010	
27	870	800	1680	59	1180	1030	
28	880	800	1690	60	1180	1030	
29	900	800	1750	61		1030	
30	920	800	1790	62		1030	
31	940	800	1830	63		1030	
32	950	800	1870	64		1030	

GRAFICO VI



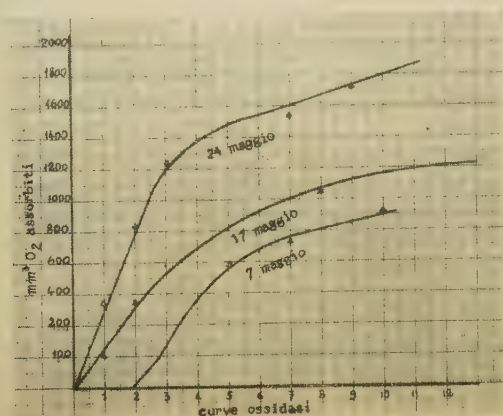
Nel capitolo riguardante la tecnica facemmo notare che le letture del manometro sia nel caso delle ossidasi che in quello delle catalasi, si esegui-

GRAFICO VIII



vano ogni minuto primo onde poter poi costruire le curve caratteristiche del fenomeno per il calcolo delle costanti di reazione.

GRAFICO IX



Evidenti ragioni di spazio, quando si consideri che la reazione delle deidrasi ossitrope durava a volte anche 120 minuti primi, ci hanno costretto a fornire al lettore solo i dati globali, gli integrali, cioè, delle curve.

Onde fornire però una idea esatta dei fenomeni studiati abbiamo creduto opportuno raggruppare nelle tabelle XXIV e XXV e nei grafici VIII e IX alcuni dati delle curve ottenute. Dai grafici si rileva come la derivata delle rispettive curve dell'attività ossidativa aumenti in funzione del tempo al contrario di quanto accade per quelle rispecchianti l'attività catalasica.

CONCLUSIONI

Dopo aver passato in rassegna le ultime teorie riguardanti il chimismo della fotosintesi ed aver posto in evidenza il ruolo che hanno le deidrase ossitrope e le catalasi nella complessa azione dei trasportatori di idrogeno del Rabinovitch nel contesto ampiamente illustrata, abbiamo voluto indagare il metabolismo delle specie: *Solanum lycopersicum*, *Vicia faba*, *Vitis vinifera*, *Arachis hypogaea* e *Phaseolus vulgaris* in funzione delle varie disponibilità idriche del suolo.

Dalle ricerche effettuate e con la scorta dei dati sperimentali raccolti possiamo dedurre quanto segue:

Il consumo idrico unitario riferito sia al soma che al seme delle diverse specie studiate, pur subendo delle forti variazioni in relazione ai regimi idrici adottati, presenta un minimo che sta ad indicare la migliore utilizzazione del fattore acqua.

L'intensità traspiratoria misurata su foglie di *Solanum lycopersicum* e riportata per h/dm^2 e per h/gr. sost. secca , a seconda delle condizioni sperimentali presenta un aumento o un decremento in rapporto all'appassimento dei tessuti ed alla frequenza stomatica. Del fenomeno è stato calcolato il rendimento quantico, il calore di vaporizzazione e l'entropia di vaporizzazione. Dallo studio di tali funzioni termodinamiche è risultato il rilevante lavoro cui vanno incontro gli organi traspiranti.

Tutte le specie studiate, poste in condizioni idriche critiche, presentano un maggior contenuto in clorofilla e in cere cutcolari e nei tessuti del sistema cribro-vascolare un minor contenuto in cellulosa e lignina; quest'ultime aumentavano invece con l'aumentare delle disponibilità idriche del suolo, almeno nei casi indagati.

Per quanto concerne l'intensità fotosintetica unitaria, mmgr. di CO_2 fissata per gr. di foglia secca a 100° – 105° e h, abbiamo posto in evidenza come sia indispensabile, per ottenere dati probativi, determinarla per le diverse piante, su tessuti non recisi. In seguito alle ricerche espletate, essa è risultata, per le specie *Vitis vinifera*, *Vicia faba* e *Solanum lycopersicum*, nettamente superiore per i soggetti allevati con ridotte dosi di acqua. Di tale fatto notevole si dava una giustificazione nel senso che, dovendo gli organismi affrontare notevoli pressioni di suzione del suolo erano costretti ad aumentare la pressione osmotica cellulare, a spese dei prodotti primi

della fotosintesi, gli zuccheri, e diminuendo, come dai dati analitici abbiamo desunto, i composti ad elevata condensazione quali ad esempio le cellulose e le lignine.

Parallelamente all'intensità fotosintetica veniva studiata quella respiratoria. Si determinarono anche, per le specie *Vicia faba*, *Vitis vinifera* e *Arachis hypogaea* i quozienti respiratori. Fu pertanto dimostrato che:

1) I quozienti respiratori delle ore antimeridiane sono in media superiori a quelli delle ore pomeridiane. Ciò abbiamo spiegato tenendo presente che aumentando l'intensità luminosa viene stimolato l'assorbimento dei nitrati e che tale processo comporta un accumulo di ossiacidi a basso livello di riduzione. I quozienti respiratori inoltre sono generalmente più elevati nella serie di piante a regime idrico ridotto.

2) L'intensità respiratoria, mmgr. di CO_2 emessa o mmgr. di O_2 o mmgr. di O_2 assorbito per h e gr. di tessuto, è maggiore per i tessuti provenienti da individui allevati in carenza d'acqua. Come si è riscontrato per i quozienti respiratori, mentre nelle ore antimeridiane tali fatti sono poco evidenti o non lo sono affatto, in quelle pomeridiane sono molto evidenti. Anche l'intensità respiratoria aumenta nelle ore pomeridiane.

Allo scopo di completare il quadro delle ricerche e dare una possibile spiegazione circa la causa dell'aumento di respirazione e di fotosintesi è stato eseguito un sistematico studio riguardante l'attività delle deidrasi ossitrope (ossidasi) e quella delle catalasi.

Le specie prescelte furono *Phaseolus vulgaris* con sole catalasi, *Vicia faba* con sole ossidasi e *Arachis hypogaea* provvista sia di catalasi che di ossidasi.

Dai dati riportati nel testo è emerso:

1) Il contenuto in catalasi nei tessuti verdi non subisce in media variazioni notevoli né in funzione del regime idrico né in rapporto alle ore del giorno. Esso tende durante tutto il ciclo biologico a diminuire.

2) Il contenuto in deidrasi ossitrope (ossidasi) dei tessuti fogliari aumenta nelle ore pomeridiane allorché questi enzimi non sono associati alle catalasi (*Vicia faba*) e pertanto le abbiamo ritenute una causa indiretta delle vicende che l'intensità respiratoria è costretta a subire durante il giorno; tali gruppi enzimatici inoltre aumentano nelle piante a regime idrico ridotto e durante tutto il ciclo biologico.

Da questo complesso di fenomeni riguardanti il metabolismo dei vegetali in funzione delle disponibilità idriche del suolo, crediamo necessario mettere in particolare rilievo che le differenze in esso riscontrate è stato

possibile metterle in luce in quanto si pensò di studiare nel contempo come le diverse attività variavano durante il giorno. Osservando infatti l'intensità respiratoria, i quozienti respiratori e i valori delle ossidasi e delle catalasi del solo mattino non avremmo potuto ricavare alcuna correlazione degna di rilievo.

RIASSUNTO

Indagata l'intensità fotosintetica e respiratoria, l'A. è giunto alla conclusione che entrambi i processi sono superiori nella serie di piante alle quali erano state somministrate dosi ridotte del fattore acqua. Parallelamente venivano determinati i quozienti respiratori e dai dati ottenuti si è potuto dimostrare che essi aumentano per i tessuti provenienti da piante poste a regime idrico ridotto e che in media quelli delle ore antimeridiane sono sensibilmente superiori a quelli delle ore pomeridiane.

Onde completare lo studio intrapreso e spiegare le variazioni sia dell'anabolismo che del catabolismo sopra accennate fu determinata l'attività catalasica ed ossidasica sui tessuti di piante a regime.

Si è potuto stabilire così che, mentre il contenuto in ossidasi aumenta durante il ciclo biologico, quello in catalasi diminuisce; l'attività ossidasica registrata all'apparecchio è nettamente superiore nei tessuti provenienti da piante allevate in regime di aridità; tale attività enzimatica aumenta nelle ore pomeridiane. L'attività catalasica non varia in funzione del regime idrico nè durante le ore del giorno.

Dai fatti osservati l'A. conclude che l'aumento dell'intensità fotosintetica e respiratoria constatato nella serie di piante poste in regime di aridità debba esser correlato all'attività delle deidrasi ossitrope.

SUMMARY

PHOTOSYNTHESIS, RESPIRATORY QUOTIENT, TRANSPIRATION, CATALASE AND OXIDASE ACTIVITY OF CERTAIN PLANTS IN RELATION TO THE SOIL WATER AVAILABILITY. II.

by LUCIANO TOMBESI

These researches show that photosynthesis and respiratory activity are greater in the plants grown in low soil water availability.

The Q_R (respiratory quotient) was determined too and the values obtained indicate that Q_R increases in the tissues of the plants

grown in water deficiency and that the morning Q_k is greater than in the afternoon.

In order to complete these researches and to explain the above mentioned anabolic and catabolic variations, the oxidase and catalase activities in the plant tissues were determined.

These observations indicate that the oxidase content increases and the catalase content decreases during the period of growth; the oxidase activity is markedly superior in the tissues of the plants grown in water deficiency; the enzymatic activity increases in the afternoon.

No variation was observed for the catalase activity.

It became clear through this work that the increase of the respiratory and photosynthesis activities, as observed in the plants grown in water deficiency, is related to the oxidase activity.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ADAM and NELSON. *Journal Amer. Chem. Soc.*, 1938, 60, 2474.
- (2) ADAM and NELSON. *Journal Amer. Chem. Soc.*, 1941, 63, 3375; 1944, 66, 514.
- (3) BURSTRÖM. *Ann. Agric. Coll. Sweden*, 1943, II, 1.
- (4) CIFERRI, R. *Fisiologia vegetale e piante agrarie*. Firenze, 1943, p. 254.
- (5) DELEANO et ULLMANN. Action des diverses alcools sur la catalase. *Bulletin de la Société de Chimie biologique*, 1937, 19, 130.
- (6) DRAINEAU, G., et GOUNY, P. Contribution à l'étude de la catalase des tissus foliaires. *Annales Agronomiques*, 1946, 16^e année, n° 1.
- (7) KERTÉSZ, DENIS. La théorie de la monophenol-oxydation enzymatique. *Enzymologia*, 1948, vol. XII, fasc. 4, p. 254.
- (8) MARIMPIETRI, L., e TOMBESI, L. Sulla nutrizione idrica dell'erba medica. *Annali della Sperimentazione Agraria*, 1948, nuova serie, vol. II.
- (9) MAYER, B. S., and RADER, S. *Plant Physiology*, 1936, 11, p. 437.
- (10) RABINOWITCH, E. J. Photosynthesis and related processes. Vol. I. New York, Interscience Publishers, Inc., 1945.
- (11) SIMONIS, WILHELM. *Planta*, 1947, 35, 189.
- (12) SPOEHR, H. A. Photosynthesis. *American Chemical Society, Monograph Series*, 1926, p. 159.
- (13) SPOEHR, H. A. Cfr. RABINOWITCH, E. J., Op. cit.
- (14) THODAY. *Proc. Roy. Soc.*, 1909, 76 B, 112.

- (15) TOMBESI, L. Respirazione e attività ossidasica e catalasica durante i processi di cicatrizzazione su tuberì sani e tuberì malati di *Solanum tuberosum*. *Annali della Stazione chimico-agraria di Roma*, 1949.
- (16) TOMBESI, L. Ricerche sperimentali sul fabbisogno idrico del colza. *Annali della Sperimentazione Agraria*, 1948, nuova serie, vol. II.
- (17) TOMBESI, L. Fotosintesi, respirazione e traspirazione in funzione del regime idrico. *Annali della Sperimentazione Agraria*, 1948, nuova serie, vol. II.
- (18) TOMBESI, L., e FORTINI, S. Contributo allo studio della fermentazione alcolica di mosti provenienti da uve normali e con *Botrytis*, in presenza di sali di rame, ferro e manganese. *Annali della Sperimentazione Agraria*, 1949, nuova serie, vol. III.
- (19) VAN DER PAN. *Rec. trav. botan. néerland.*, 1932, 29, 497.
- (20) VICKERY and PUCHER. *Ann. Rev. Biochem.*, 1940, 9, 529.

ROBERTO FORLANI *

IBRIDAZIONI INTERSPECIFICHE E INTERGENERICHE DI GRAMINACEE

L'interesse e l'attività in questi ultimi anni suscitati nel campo del miglioramento genetico del frumento dalla ibridazione interspecifica e intergenerica mi fanno ritenere utile portare un contributo all'argomento che, in Italia, se pure ha richiamato l'attenzione e la cura dei genetisti, non appare trattato con l'ampiezza raggiunta in altre nazioni.

Le notizie che riferisco sono tratte dall'esperienza di oltre un quindicennio, da quando cioè, nel 1933, presi ad occuparmi della questione con i mezzi, le possibilità e il tempo molto limitati che erano a mia disposizione. Tali drastiche limitazioni non mi hanno permesso quasi mai di precisare ed approfondire rilievi ed osservazioni, come sarebbe stato richiesto e desiderato, e molte volte mi hanno costretto ad arrestarmi, dopo i primi tentativi, su indirizzi e su vie che manifestavano un non trascurabile interesse.

Ritengo tuttavia che la somma di esperienza e di osservazioni compiute non sia priva d'importanza, specialmente al fine di fornire utili indicazioni ed evitare l'inutile ripetizione di tentativi iniziali sulla via da seguire nel miglioramento genetico del frumento attraverso l'ibridazione interspecifica e intergenerica che, anche in Italia, merita di essere seguita e percorsa con un'attività e una cura molto maggiori di quelle che finora ad essa sono state dedicate.

Non è, infatti, vano rilevare che a chi si dedica a ibridazioni fra specie e generi poco affini è richiesta non comune perseveranza, per il fatto che molte volte sono necessari centinaia di tentativi e ripetizioni per parecchi anni per ottenere anche una sola cariosside ibrida.

Sull'esito delle ibridazioni influisce non solo l'affinità delle specie che si usano, ma anche la varietà e l'ambiente ecologico in cui si opera.

* Reggente la Stazione fitotecnica di S. Angelo Lodigiano della Fondazione Morando-Bolognini.

Vi sono state annate in cui ho potuto ottenere molte cariossidi ibride fra specie poco affini; ve ne sono state altre in cui i risultati, fra le stesse specie, sono stati molto scarsi. Operando fra le stesse specie con alcune razze o varietà di esse possono aversi le cariossidi ibride con relativa facilità; mentre con altre razze o varietà i risultati possono essere scarsi o nulli. Indubbiamente, poi, anche la tecnica dell'ibridazione ha la sua importanza e l'ibridatore non può che perfezionarsi di anno in anno, sfruttando la propria esperienza nell'applicazione di quei pochi mezzi che richiede il lavoro. Tale perfezionamento è spontaneo e quasi inconscio tanto che sarebbe forse impossibile dare di esso un insegnamento teorico: tecnica della demasculazione, scelta del momento migliore per l'impollinazione, scelta del polline, eccetera.

Prima di riferire sui risultati ottenuti, sarà bene richiamare brevemente quanto è ormai accertato sul patrimonio cromosomico delle specie considerate.

È noto che dopo che lo Schulz (54) pervenne alla ripartizione in tre gruppi delle specie del genere *Triticum* in base a caratteri fenotipici, Kihara (27) dimostrò che tale ripartizione corrispondeva anche genotipicamente, poichè in ogni gruppo si riscontravano specie con lo stesso numero di cromosomi, venendo così a confermarsi corrispondenza fra morfologia e patrimonio cromosomico, nelle specie prese in esame.

Al primo gruppo, «Einkorn», con un corredo diploide di 14 cromosomi, appartengono la specie selvaggia *T. aegilopoides* Bal. e la specie coltivata *T. monococcum* L.

Al secondo gruppo, «Emmer», con un corredo somatico di 28 cromosomi, appartengono le specie *T. turgidum* L., *T. durum* Desf., *T. orientale* Perc., *T. pyramidale* Perc., *T. polonicum* L., *T. dicoccum* Schulb., *T. persicum* Vav., *T. dicoccoides* Körn., *T. timopheevi* Zhuck.

Al terzo gruppo, «Bread» o «Dinkel», con corredo diploide di 42 cromosomi, appartengono le specie *T. vulgare* Host., *T. spelta* L., *T. compactum* Host., *T. sphaerococcum* Perc. e *T. macha* Dek. e Men.

Altri generi presi in esame in questo lavoro sono *Secale cereale* avente un corredo diploide di 14 cromosomi ed *Aegilops ovata* di 28. Si sono pure fatti tentativi di incrocio con *Agropyron repens* avente, secondo Avdulov, 28 o 42 cromosomi.

Senza entrare nei complessi e controversi argomenti relativi alla definizione e all'essenza dell'affinità fra le diverse specie considerate e limitandosi soltanto a considerarla dal punto di vista della possibilità e facilità della reciproca ibridazione artificiale possono distinguersi i seguenti casi:

1° La mancanza di affinità si riscontra allorchè i granelli di polline che si lasciano cadere sugli stigni non producono nessun effetto e si comportano come se si trattasse di corpuscoli inerti.

2° Con un minimo di affinità, può avvenire che il polline germini fino a stimolare l'inizio della formazione irregolare della cariossidi, il cui sviluppo, però, dopo qualche giorno, si arresta per morte.

3° Talvolta si ha apparente formazione normale della cariosside, ma questa risulta composta del solo pericarpo, cioè della crusca, e priva di embrione e di endosperma: è, quindi, partenocarpica (es. *Hordeum murinum* × *Hordeum vulgare*) (22).

4° Può avvenire che abbia inizio la formazione della cariosside e del relativo embrione, ma il loro sviluppo cessa una decina di giorni dopo la fecondazione. Sembra che la morte sopravvenga per impossibilità di nutrimento dell'embrione, che ne mostra chiaramente i segni, e forse in dipendenza di sviluppo irregolare dell'endosperma.

Ciò si ha, ad esempio, nell'ibridazione di *Hordeum jubatum* × *Secale cereale* [Cooper e Brink (10); Brink e Cooper (7); Skirm, (56)]. Brink, Cooper ed Ausherman (8) staccarono dalle cariossidi in formazione, dopo 9-12 giorni dall'impollinazione, ottantuno embrioni di *Hordeum jubatum* × *Secale cereale* e provarono ad allevarli in mezzo nutritivo artificiale: uno solo riuscì a sviluppare una pianta completa, totalmente sterile.

5° Un maggior grado di affinità di quelli prima citati, si manifesta con l'ottenimento di qualche cariosside mal conformata ed avente embrione che, qualche volta, germina: quasi sempre la piantina muore prima di raggiungere lo sviluppo completo.

In tale modo si sono comportate le pochissime piantine ibride, che ho ottenuto, di frumenti esaploidi × *T. monococcum* (17).

6° Un successivo aumento di affinità porta ad ottenere cariossidi più o meno normali, dalle quali possono svilupparsi piantine, che risultano, di solito, completamente sterili. Così si comportano gli ibridi di frumenti tetraploidi × *T. monococcum*, di frumenti tetraploidi ed esaploidi × *Aegilops ovata*, di frumenti esaploidi × *Secale cereale*.

7° Progressivamente, una maggiore affinità fa ottenere facilmente cariossidi ibride, capaci di dare piante parzialmente fertili. È, ad esempio, il caso di ibridazioni tra frumenti esaploidi × tetraploidi.

8° La massima affinità si rileva con la possibilità di ottenere cariossidi ibride con tutta facilità e capaci di dare piante normali, pienamente fertili. È il caso generale di ibridazioni fra specie di frumento appartenenti allo stesso gruppo cromosomico. Si riscontrano alcune eccezioni come quelle relative a *T. timopheevi* e *T. dicoccoides*, tra i frumenti tetraploidi, di cui si farà cenno più avanti.

Nell'esposizione che segue sarà riferito sui risultati delle diverse ibridazioni a partire da quelle fra i gruppi che rivelano maggiore affinità per passare successivamente a quelle di minore o nulla affinità.

I lavori di ibridazione furono eseguiti: negli anni dal 1933 al 1939 a Bardi (Parma), a m. 625 d'altitudine; dal 1940 al 1941 a Serravalle (Parma), a m. 250 d'altitudine; dal 1942 al 1944 a Parma, a m. 60 d'altitudine, e dal 1946 al 1949 a S. Angelo Lodigiano (Milano), a m. 75 d'altitudine.

Ibridazioni tra frumenti di specie diverse, ma appartenenti allo stesso gruppo cromosomico.

Gli ibridi fra specie di frumento aventi lo stesso numero di cromosomi si comportano generalmente come se si trattasse di incroci fra varietà o razze appartenenti alla stessa specie. Danno, di regola, prodotti completamente fertili ed in F_2 hanno disgiunzione mendeliana dei caratteri.

Talvolta si sono riscontrate eccezioni: non fu mendelizzante un incrocio del Biffen (4) fra *T. polonicum* e *T. durum*. Il carattere glume lunghe del polonico e glume corte del duro scissero secondo il rapporto 1: 2: 1 in F_2 , ma le glume lunghe risultarono più corte di quelle dei genitori. Tale fenomeno, che fu chiamato «Shift» da Engledow (12), è stato notato in altri casi ed è spiegato da Malinowski (37) con la concatenazione dei cromosomi.

Dusseau (11) nella seconda generazione di un incrocio fra due varietà di *T. vulgare* ottenne un frumento del tipo *durum*. Lo stesso risultato ebbero Miège e Simonet (30). Gli autori ritengono si sia trattato di un ritorno alla forma ancestrale *durum*.

In alcuni ibridi fra *T. dicoccum* e *T. durum* ho avuto occasione di eseguire alcuni rilievi sulla eredità della fragilità della rachide. Mentre mi riservo di riferire, dettagliatamente, noto qui che nei discendenti esaminati non se ne è mai trovato alcuno con rachide flessibile, risultando così il carattere «rachide fragile» di dominanza assoluta e non mendelizzante.

Come si è già detto, generalmente, gli ibridi fra due specie appartenenti allo stesso gruppo cromosomico si ottengono con la massima facilità ed hanno discendenza normalmente fertile. Però così non si comportano le due specie selvagge di frumento *T. dicoccoides*, dell'Asia occidentale, e *T. timopheevi*, del Caucaso. Il primo, incrociato con gli altri frumenti tetraploidi, dà prodotti semi-sterili; il secondo dà prodotti sterili (Vavilov, (66). Si deve quindi concludere sull'esistenza di casi come questo, in cui, pure fra specie classificate per caratteri fenotipici e per uguale numero cromosomico nello stesso genere, può riscontrarsi una deficiente affinità tra i rispettivi patrimoni cromosomici.

Il *T. timopheevi* presenta interesse per la sua grande resistenza alle malattie. È una specie scoperta da non molti anni e fu in principio descritta, per la sua somiglianza morfologica, come una varietà di *T. dicoccum* da Zhukovskii (72) nel 1923. Nel 1928 fu giustamente elevata al rango di specie col nome di *T. timopheevi* Zhuk. (73).

Non riporto i risultati ottenuti nelle numerosissime fecondazioni incrociate da me eseguite fra le specie dello stesso gruppo (esclusi il *T. timopheevi* ed il *T. dicoccoides*), limitandosi essi a confermare la facilità con cui si ottengono semi e discendenze fertili.

Ibridazioni tra frumenti esaploidi e tetraploidi.

Nelle fecondazioni incrociate fra specie di questi due gruppi si ottengono pure molto facilmente le cariossidi ibride. Quando funge da femmina il grano

esaploide si hanno cariossidi normalmente conformate e che germinano con la massima regolarità; quando funziona da femmina il grano tetraploide le cariossidi che risultano sono quasi sempre raggrinzite, mal conformate e germinano frequentemente con bassa proporzione. Nei due casi le piante F_1 sono morfologicamente identiche e sono, più o meno, limitatamente fertili.

Nelle generazioni successive, dopo le prime aventi vario numero di cromosomi, si hanno scissioni in cui qualche linea diviene esaploide e qualche altra tetraploide. Per parecchi anni si continuano ad avere individui con fertilità più o meno ridotta a causa del patrimonio cromosomico sbilanciato, con discendenze in parte sterili o che gradualmente tendono a stabilizzarsi in forme esaploidi o tetraploidi (Kihara (27), Sax (53), Watkins (69), Forlani (14).

Il K o s t o f f (29) incrociando *T. timopheevi* con grani del 3° gruppo ottenne sempre ibridi sterili. Tale specie si comporta quindi con i grani esaploidi come abbiamo visto che si comporta con i tetraploidi. Tuttavia, mediante reincroci, Pridham (49), Shands (55) e Allard (2) riuscirono a trasferire un pò della resistenza alle malattie di questa specie.

Nelle ibridazioni fra frumenti esaploidi e frumenti tetraploidi sono stati ottenuti risultati pratici interessanti. Presso la Stazione di Saratov, scrive V a v i l o v (66), dall'ibridazione fra frumenti teneri e duri sono stati ottenuti i grani « Plansar », « Sarrora » e « Sarrubr » che hanno avuto una buona diffusione. Mac Fadden (35), nel Dakota del Sud, da un dicocco russo $\times$ grano tenero « Marquis », nella sesta generazione ha ottenuto le varietà « Hope » ed H. 44-22, interessanti per la loro resistenza alle ruggini, alle carie ed al carbone. In Italia S t r a m p e l l i (59), incrociando il tetraploide « Duro di Puglia » $\times$ l'esaploide « Akagomughi » ottenne il frumento « Balilla » che, se non ha avuto una molto grande diffusione, ha il merito di essere progenitore del « Velino », del « Turano » e del « S. Pastore ».

Dalle impollinazioni artificiali incrociate fra specie appartenenti ai due gruppi cromosomici ho sempre avuto cariossidi ibride con massima facilità, per cui ritengo non presenti nessun interesse il riferire in cifre i risultati ottenuti. Come ho detto in principio di questo paragrafo, quando fungeva da femmina il frumento esaploide le cariossidi ibride erano normali; nel caso inverso si ottenevano cariossidi molto mal fatte. In entrambi i casi il percento di cariossidi ottenibili dalle ibridazioni è di non molto inferiore a quello ottenibile da incroci fra varietà della stessa specie. Quando la madre era l'esaploide le nascite delle cariossidi ibride si sono sempre avute con proporzione molto elevata; mentre quando la madre era il tetraploide le nascite sono state talvolta mediocri (65-70 % di germinabilità), talvolta basse (15-20 % di germinabilità) ed infine, qualche volta, si è avuta germinabilità nulla.

Ibridazioni tra frumenti esaploidi e *Secale cereale*.

Ibridi spontanei di grano $\times$ segale sono stati trovati da Leyghy (33) negli Stati Uniti, da Lebediev (32) in Ucraina, da Giovannelli (24) a Rieti, da Vavilov (66) nell'Iran, e da diversi altri.

Il primo ibrido di frumento $\times$ segale di cui si è a conoscenza fu quello ottenuto da Wilson nel 1876 (71).

Gli ibridi sono, normalmente, sempre sterili o perchè il polline non deisce dalle antere, o perchè il polline non si forma, o per sterilità femminile, o quasi sempre per le tre cause assieme. Però nel 1891 il Rimpau (50) ottenne una pianta fertile, fertilità che fu spiegata dal Müntzing. (40) essere stata dovuta ad anfidiploidia, cioè a casuale sommazione dei cromosomi. Questo è il primo caso conosciuto — ed uno dei molto rari — di Triticale.

Il percento di cariossidi ottenibili dalle ibridazioni fra frumenti esaploidi e segale è assai variabile. Esso dipende in particolar modo dalle varietà che si usano. I lavori di Bakhouse (3) in Argentina hanno dimostrato la grande importanza che ha la varietà di grano usata con madre. L'autore trovò che un grano cinese, fecondato con segale, dava un percento di semi quasi uguale a quello ottenibile dallo stesso frumento autofecondato.

Thompson (61) con lo stesso frumento cinese ebbe il 90 % di cariossidi ibride.

Meister, in Russia (38), dalla linea pura 0648 nell'incrocio con segale ebbe il 61 % di allegazione, mentre dalla 0329 ebbe solo il 3,6 %.

Taylor e Quisenberry (60), studiando il comportamento della incrociabilità delle diverse varietà, conclusero, che essa è un carattere ereditario trasferibile.

Il Wellensiek, in Olanda (70), negli anni compresi fra il 1939 ed il 1943, ebbe un successo medio del 4 %.

Se l'ibridazione grano $\times$ segale riesce più o meno facilmente quando il grano fornisce l'ovulo, l'ibrido segale $\times$ grano, in cui il grano fornisce il polline, è di realizzazione molto più difficile. Jesenko (30) dall'impollinazione di 3.500 fiori di segale con polline di grano non ottenne nessuna cariosside, mentre dall'incrocio opposto ebbe circa sei cariossidi per mille impollinazioni. Poichè la segale non è che in via d'eccezione autofecondabile, la resistenza di essa all'incrocio deve essere una sorta di difesa per la conservazione della specie. Essa sta per diversi giorni con i fiori aperti (15) e quindi, se non avesse grande repulsione per gli altri pollini, sarebbe troppo facile preda delle ibridazioni spontanee.

Diversi autori dichiarano di avere ottenuto qualche pianta F_2 da autoimpollinazione di piante F_1 ma la maggior parte degli sperimentatori afferma di avere avuto le generazioni successive alla prima solo fecondando i fiori F_1 con polline di grano o di segale ed anche allora con difficoltà.

Jesenko ottenne solamente una cariosside per circa 5.000 impollinazioni di un ibrido F_1 di grano $\times$ segale usando polline di segale; con polline di grano ottenne in media 3 cariossidi ogni 1000 impollinazioni. Nei reinocchi di piante F_1 di grano $\times$ segale con polline di segale egli ebbe piante completamente sterili; con polline di *T. durum* ebbe piante pochissimo fertili; con polline di *T. vulgare* ebbe una discendenza sufficientemente fertile.

Strampelli (59) ottenne nel 1906 l'ibrido frumento « Rieti » × segale che, reincrociato nel 1907 con frumento, diede, dopo qualche generazione parzialmente sterile, numerosi discendenti fertili fra cui figura il frumento « Terminillo ».

Gli studi del Florelli (13) sembravano dimostrare che i caratteri della segale potessero venire incorporati nel frumento per l'addizionarsi, nella discendenza dei reincroci, di interi cromosomi di segale al corredo del *Triticum*. Il risultato di ulteriori esperimenti però, portarono a concludere che questi cromosomi tendono ad essere eliminati.

I risultati da me ottenuti in incroci tra frumenti esaploidi e segale variano molto da un anno all'altro (tabella I) e variano specialmente a seconda delle varietà di grano impiegate.

TABELLA I

Risultati ottenuti nelle ibridazioni
tra frumenti esaploidi e segale nei diversi anni

Anno	Fiori impollinati	Cariossidi ottenute	% di cariossidi	Piante F ₁ ottenute
1934	40	2	5	2
1935	100	—	—	—
1942	120	1	0,83	—
1943	180	3	1,66	2
1944	60	—	—	—
1946	60	—	—	—
1948	852	49	5,75	13
1949	674	27	4,00	8
	2.086	82	3,93	25

La varietà ha influito molto sull'esito delle impollinazioni. Quella che ha dato i migliori risultati è il « Mentana », che, su 396 fiori impollinati con segale, ha prodotto 62 cariossidi, cioè il 15,65 %. Il « Damiano » su 412 fiori, ha dato 8 cariossidi, pari all'1,94 %. Il *Triticum sphaerococcum*, su 142 fiori impollinati, ha dato 4 cariossidi, e cioè il 2,81 %. I frumenti tardivi hanno dato risultati molto più scarsi. Ad esempio. l'« Est », su 244 fiori, ha dato una sola cariosside; il « Virgilio », con 120 fiori, ha pure dato una sola cariosside; il « M. Calme », con 174 fiori ha dato anch'esso una sola cariosside. Qualche varietà, ripetutamente impollinata con segale, ha dato costantemente risultati nulli.

In proporzione alle cariossidi ibride ottenute, le piante nate sono state piuttosto scarse (25 su 82 semi). Tutte le F₁ risultarono completamente sterili.

Ibridazioni tra frumenti esaploidi e tetraploidi con *Aegilops ovata*.

Il genere *Aegilops* è strettamente parente del genere *Triticum*. Vavilov (67) e Papova (46) hanno notato il parallelismo esistente nelle variabilità tra *Aegilops* e *Triticum*. Successivamente Sorokina (58) trovò che anche il genere *Aegilops* è costituito da una serie poliploide ripartita in gruppi diploidi, tetraploidi ed esaploidi, avente come base 7 cromosomi aploidi.

Percival (47) crede che *T. vulgare* sia derivato da alcune specie di *Aegilops*.

Mac Fadden (36) avanza l'ipotesi che *T. spelta* risulti da un incrocio naturale fra un dicocco ed *Aegilops squarrosa* seguito da duplicazione dei cromosomi nell'ibrido F₁.

In Italia, la specie più diffusa è l'*Aegilops ovata* avente 28 cromosomi somatici.

Sono stati trovati ibridi naturali occasionali fra *Triticum* e *Aegilops*. Uno di questi è l'*Aegilops triticoides* descritto dal Bertoloni (Flora Italiana, 1833, vol. I). Il Fabre coltivò per 20 anni i discendenti di una *Aegilops triticoides*; benchè in principio si avesse quasi assoluta sterilità, la fertilità andò a mano a mano aumentando nelle generazioni successive e le piante andavano somigliando maggiormente al grano. L'incremento di fertilità e le assomiglianze più marcate al grano che si avevano a mano a mano che si procedeva nelle generazioni — e questo è stato notato anche dallo scrivente (16) — si attribuiscono a successive impollinazioni con polline di grano ed a spontanea autofertilità risultante da eliminazione dei cromosomi *Aegilops* nelle divisioni di riduzione.

Tutte le specie di *Aegilops* si possono incrociare con le diverse specie esaploidi e tetraploidi di frumento. Il Vavilov (66) dichiara che si hanno migliori risultati usando come madre l'*Aegilops*.

Oehler (43) nelle ibridazioni fra frumenti ed *Aegilops* ottenne il 6,8 % di cariossidi.

Le piante F₁ sono generalmente sterili. Le antere non lasciano deire il polline. Quindi per autofecondazione, come regola, non si ottengono cariossidi. Però anche gli organi femminili sono quasi totalmente sterili, dato che con i reincroci si ottengono scarsi risultati. Il Vavilov scrive che i reincroci con le specie parentali danno, come media, 0, 3-0, 4 % di cariossidi. Oehler (45) dice che per impollinazione con pollini vaganti egli ottenne una cariosside ogni 312 fiori. Io ho sempre avuti risultati molto più bassi, tanto che poche volte, ho avuto da qualche pianta F₁ una o due cariossidi per pianta. Per lo più, piante aventi oltre 50 spighe, cioè più di 1000 fiori, erano completamente senza semi.

Blaringhem (5) ibridando *Aegilops ventricosa* × *T. durum* ottenne una prima generazione sterile. Però fiori impollinati con *T. turgidum* diedero discendenza e, fra le linee fertili, apparvero tipi riferibili a *T. spelta*. Ciò non deve destare meraviglia, perchè anche lo scrivente (19) trovò diverse volte, fra i discendenti da ibridi fra specie differenti, tipi riferibili a specie diverse da quelle dei genitori.

Sono stati ottenuti, nelle ibridazioni *Triticum* × *Aegilops*, sia pure raramente, anfidiploidi fertili aventi caratteri intermedi fra i genitori (*Aegilotriticum*). Questi anfidiploidi possono essere considerati nuove specie. Essi hanno grande interesse scientifico, ma sono ben lontani, almeno i tipi ottenuti fino ad ora, dall'essere utili nella pratica agricola, per i caratteri non desiderabili ereditati dall'*Aegilops*. Sembra che gli anfidiploidi ottenuti fino ad ora siano tutti derivati dalle ibridazioni di *Aegilops* con frumenti tetraploidi.

Gli anfidiploidi (*Aegilotriticum*) che si conoscono sono quelli ottenuti da Tschermak e Bleier (63) ibridando *A. ovata* × *T. dicoccoides* ed *A. ovata* × *T. durum*. Oehler (44) ottenne 12 piante F_2 da *A. caudata* × *T. dicoccum*. Diversi anfidiploidi sono stati ottenuti da Sorokina (66) da *A. longissima* × *T. durum*; *A. triuncialis* × *T. dicoccoides*; *A. triuncialis* × *T. dicoccum*; *A. triuncialis* × *T. polonicum*.

Ibridi più o meno fertili sono stati ottenuti da Kihara e Katajama (66) con *T. dicoccoides* × *A. ovata*; da Blaringhem (66) con *A. ventricosa* × *T. turgidum*. Kagava (26), Percival (48) e Sando (51) ottennero diversi ibridi fra *A. cylindrica*, *A. triuncialis* ed *A. ovata* e grani tetraploidi e le piante F_1 risultarono spesso sterili e talvolta leggermente fertili.

Fra i grani esaploidi e le diverse specie di *Aegilops* sono state fatte molte ibridazioni, da diversi sperimentatori, ma le F_1 sono state quasi sempre totalmente sterili. Longley Sando (16) ottennero semi dalle prime generazioni di *A. triuncialis* × *T. spelta*, *A. triuncialis* × *T. vulgare*, *A. triuncialis* × *T. compactum* e da *A. ovata* × *T. vulgare*. Pure Kihara e Katajama (66) ottennero discendenti dalla F_1 di *A. cylindrica* × *T. vulgare*.

I risultati da me ottenuti in incroci fra diverse specie di *Triticum* ed *Aegilops ovata* sono riportati nelle tabelle II e III.

TABELLA II

Risultati ottenuti nelle ibridazioni tra frumenti esaploidi ♀ ed *Aegilops ovata* ♂ nei diversi anni

Anno	Fiori impollinati	Cariossidi ottenute	% di cariossidi	Piante F_1 ottenute
1939	40	—	—	—
1941	80	4	5 —	1
1942	80	2	2,50	1
1943	80	—	—	—
1944	40	6	15 —	2
1946	80	8	10	2
1947	40	—	22,50	6
1948	60	—	—	—
	500	20	5,8	12

Il limitato numero di fiori impollinati non permette di trarre conclusioni circa il comportamento delle diverse razze e specie esaploidi provate. Tutte le specie di frumento (*vulgare*, *spelta*, *sphaerococcum*) impollinate con *A. ovata* hanno dato cariossidi. Anche le diverse razze di *T. vulgare* provate, sia le precoci, sia le tardive, hanno dato il seme ibrido: se l'ibridazione con una data razza non è riuscita in un anno, è riuscita in un anno successivo.

Risultati molto migliori si ebbero quando l'*Aegilops ovata* funzionò da pianta madre. Si fecero 5 sole combinazioni ibride con un totale di 42 fiori (quindi molto pochi). Tutte le volte si ebbe qualche cariosside, con un totale di 14 semi, pari al 33% dei fiori impollinati. Le piantine ottenute furono 6.

Sia che l'*Aegilops* fungesse da padre, sia che fungesse da madre, le piante F_1 sono sempre risultate completamente sterili. Qualche rara cariosside si ebbe o da reincrocio o grazie a polline vagante di frumento (16).

TABELLA III

Risultati ottenuti nelle ibridazioni tra frumenti tetraploidi ♀ ed *Aegilops ovata* ♂ nei diversi anni

Anno	Fiori impollinati	Cariossidi ottenute	% di cariossidi	Piante F_1 ottenute
1942	20	—	—	—
1943	100	8	8 —	3
1946	120	6	5 —	—
1948	48	3	6,25	2
	288	17	5,9	5

I fiori di grani tetraploidi impollinati sono stati pochi, però tutte le specie provate (*dicoccum*, *turgidum*, *durum*) diedero buon esito.

Quando l'*Aegilops ovata* funzionò da madre si ebbero pure risultati abbastanza buoni. Si impollinarono in tutto 34 fiori, quindi pochissimi, e si ebbero 3 cariossidi in tutto (una per ognuna delle 3

combinazioni ibride provate) pari all'8,82 %, dei fiori impollinati. Dalle 3 cariossidi si ebbe una pianta sola, figlia del padre *dicoccum*. Questa piantina risultò completamente sterile.

Gli ibridi di *Aegilops ovata* si sono quindi ottenuti con risultati press'a poco uguali, sia usando frumenti tetraploidi, sia usando frumenti esaploidi. L'*Aegilops*, inoltre, si adatta bene tanto a funzionare da padre quanto a funzionare da madre. In quest'ultimo caso ha dato una proporzione maggiore di cariossidi. Tale comportamento è molto dissimile da quello che si ha nelle ibridazioni di frumento con segale. Infatti, l'ibrido frumento $\times$ segale si ottiene quando la madre è il frumento e non, se non rarissimamente, quando la madre è la segale; si ottiene con i frumenti esaploidi ed è quasi impossibile ad ottenersi con i tetraploidi. Vedremo in seguito che gli ibridi tra frumenti diploidi e traploidi danno esito felice esclusivamente quando la madre è tetraploide.

L'*Aegilops ovata* dimostra invece una ampia capacità di adattamento coniugale.

Ibridazioni tra frumenti tetraploidi e diploidi (*T. monococcum*).

Diversi genetisti hanno eseguito queste ibridazioni. Sax (52), Thompson (61), Longley e Sando (34) ebbero buon esito ibridando *T. turgidum* $\times$ *T. monococcum*. Kihara (27) ottenne l'ibrido di *T. dicoccum* $\times$ *T. monococcum*; Aase (1) e Thompson (62) l'ibrido *T. durum* $\times$ *T. monococcum*. L'incrocio, secondo Thompson ed altri, è possibile quando la femmina è tetraploide, ma non quando essa è diploide. Anche nelle poche prove da me fatte, ho potuto constatare la stessa cosa.

Nella quasi totalità dei casi studiati dai vari genetisti si ottenne la sola prima generazione sterile. Nei pochissimi casi in cui si è andati oltre la prima generazione, deve essersi trattato di casi di anfidiplodia. Si tratta, però, per lo più di casi un pò dubbi. Il Kostoff (31) è riuscito ad ibridare il *T. monococcum* con *T. timopheevi* ottenendo una seconda generazione fertile in seguito a duplicazione dei cromosomi, cioè — essendosi conservata tale fertilità nelle generazioni successive — una nuova specie anfidiploide, il *T. timococcum*, esaploide. Occorre però tener presente che questo nuovo frumento, pur avendo 42 cromosomi, ha scarsissima — quasi nulla — affinità genetica con gli altri grani esaploidi (20).

Dal 1933 al 1949 ho eseguite numerose impollinazioni di fiori di frumenti tetraploidi con polline di monococco. I risultati sono riassunti nella tabella IV.

TABELLA IV

Risultati ottenuti in ibridazioni tra frumenti
tetraploidi e diploidi (*T. monococcum*)

Anno	Fiori impollinati	Cariossidi ottenute	% di cariossidi	Piante F ₁ ottenute
1933	90	—	—	—
1934	60	1	1,66	1
1941	180	—	—	—
1942	40	1	2,50	1
1943	160	4	2,50	4
1946	90	—	—	—
1947	80	24	30 —	13
1948	50	7	14 —	6
1949	142	18	12,60	10
	892	55	6,16	35

I risultati ottenuti sembrano dimostrare che da un anno all'altro l'esito delle impollinazioni può variare molto. Nell'anno 1947 sono giunti ad avere 24 cariossidi da 80 fiori impollinati, pari al 30 %. In diversi anni non ho avuto nessun esito felice. Con tutte le specie provate (*T. turgidum*, *T. dicoccum*, *T. durum*, *T. polonicum*) si sono ottenute cariossidi. Le piante F₁ sono sempre risultate sterili e, da numerosi reincroci fatti, si ebbero due sole cariossidi dal (*T. dicoccum* × *T. monococcum*) 1942 × *T. monococcum* 1943. Nacquero due piante che furono sterili.

Il *Thompson* (62) afferma che non riuscì ad ottenere seme dal reincrocio col genitore monococco mentre col genitore a 28 cromosomi ottenne pochi semi. Io (17), viceversa, ho avuto cariossidi del reincrocio col monococco, ma non ho ottenuto nulla col genitore tetraploide. Il *Thompson* ha constatato che quando le piante crescevano senza nessuna protezione, un fiore su 800-900 fiori dava una cariosside. Io, invece, da 20 piante di diverse combinazioni ibride, giunte a maturazione, portanti oltre 10.000 fiori, non ho mai avuto una sola cariosside dell'impollinazione libera. Ciò potrà probabilmente dipendere dalla disponibilità di polline vagante, adatto, che si trova nell'aria nel momento della fioritura dell'ibrido.

Nelle poche impollinazioni eseguite, nelle quali il *T. monococcum* fungeva da femmina, non ho mai ottenuto la cariosside ibrida.

Ibridazioni tra frumenti esaploidi e diploidi (*T. monococcum*).

Il numero di questi ibridi ottenuti dai diversi autori è molto minore di quelli ottenuti fra frumenti tetraploidi e monococco. Anche in queste ibridazioni, secondo Bleier (6), si ha una qualche rara probabilità di successo quando funziona da femmina il genitore avente il numero di cromosomi più elevato.

Secondo Percival gli ibridi sono sterili. Kihara e Nishiyama (28) li dichiarano debolmente fertili. Molto probabilmente la possibilità di ottenere la pianta F_2 dipende dalla varietà di grano esaploide usata come madre.

Non risulta che sia stato fatto nessun studio della seconda generazione il che lascia molto supporre che i pochi individui di prima generazione ottenuti siano stati sterili.

Dal 1933 al 1948 ho effettuato numerose impollinazioni di fiori di frumento esaploidi con polline di monococco. I risultati riassuntivi sono riportati nella tabella V.

TABELLA V

Risultati ottenuti nelle impollinazioni tra frumenti esaploidi e *T. monococcum*

Anno	Fiori impollinati	Cariossidi ottenute	% di cariossidi
1933	210	—	—
1934	220	1	0.45
1936	40	—	—
1941	100	—	—
1942	60	—	—
1943	140	4	2.85
1946	40	—	—
1947	220	11	5
1948	60	—	—
	T. Ogn	16	1.47

Le poche cariossidi ottenute sono sempre state deformi, stremitizzate e spesso molto incompletamente formate, tanto che da esse non sono mai riuscito ad ottenere piante di prima generazione. In queste impollinazioni si provarono, come madri, 22 varietà di *T. vulgare* ed una di *T. spelta*.

Le poche impollinazioni fatte di *T. monococcum* ♀ × frumenti esaploidi ♂ non diedero nessun risultato.

Ibridazioni tra frumenti tetraploidi e *Secale cereale*.

Pochi sono i casi, citati da sperimentatori, di ibridi fra grani tetraploidi e *Secale cereale*. Le poche piante che gli autori dicono di avere ottenuto sono sempre risultate completamente sterili nella prima generazione. HECTOR (25) riferisce che TSCHERMAK ottenne l' F_1 di *T. polonicum* $\times$ *S. cereale* e JESENKO (30) l'ottenne di *T. dicoccoides* $\times$ *S. cereale*. OEHLER (41) ebbe successo con *T. durum* $\times$ *S. cereale*, ma non ebbe nessun risultato usando per femmina *T. polonicum* e *T. dicoccum*.

VASILIEV (65) ha dimostrato che le cariossidi derivate da *T. durum* $\times$ *S. cereale* non germinano.

Dal 1934 al 1948 ho eseguito numerose impollinazioni di frumenti tetraploidi con polline di segale. I risultati sono riportati nella tabella VI.

TABELLA VI

Risultati ottenuti dalle impollinazioni di frumenti tetraploidi con *S. cereale*

Anno	Fiori impollinati	Cariossidi ottenute	% di cariossidi
1934	120	—	—
1941	80	1	1,25
1942	40	—	—
1943	160	5	3,12
1945	40	—	—
1946	120	—	—
1947	160	—	—
1948	250	13	5,20
	970	19	1,95

I risultati indicati sono stati praticamente nulli, perchè le cariossidi ottenute erano sempre molto incomplete, cioè morte molto prima della maturazione della pianta madre. Di conseguenza, da esse, non si è mai ottenuta nessuna pianta F_1 .

Un risultato interessante è stato, invece, ottenuto dalla impollinazione, eseguita nel 1934, di fiori di segale con polline di *T. dicoccum*. Si ottenne una sola cariosside da 40 fiori impollinati. Nacque una pianta F_1 più simile alla segale che al dicocco. Da questa pianta si ottenne un solo seme, certamente dovuto ad intervento di polline vagante. La pianta F_2 che si ebbe tendeva anch'essa un po' alla segale ed un solo culmo, di cinque che aveva, diede una piccola spiga completamente sterile (18).

Gaines e Stevenson (23) ottennero anch'essi l'ibrido *Secale* ♀ × *Triticum* (esaploide) ♂ e pur essi notarono che la prima e la seconda generazione ibrida avevano caratteri molto più simili alla segale che al grano. In contrasto con tale affermazione Meister e Tjumjakov (38) hanno trovato che le F_1 degli ibridi « grano × segale » e « segale × grano » sono perfettamente identici come sviluppo, come fertilità e nei loro caratteri morfologici. L'ibrido da me ottenuto conferemerebbe quanto ebbero a notare Gaines e Stevenson.

Ibridazioni tra frumenti diploidi (*T. monococcum*) ed *Aegilops ovata*.

Gli unici ibridi *Aegilops* × *T. monococcum* che si conoscano furono ottenuti da Chizaki (9), da Oeheler (42) e da Sando (51). Tutti sono stati sterili alla prima generazione.

Io ho eseguito molto poche impollinazioni incrociate fra le due specie, usando per femmina l'una e l'altra, ma tutte con esito negativo. La specie di *Aegilops* usata fu sempre l'*ovata*. Nel solo anno 1947, da 12 fiori di *Aegilops* impollinati con monococco, ebbi una cariosside che non germinò.

Ibridazioni tra *Aegilops ovata* e *Secale cereale*.

Il Vavilov riferisce che qualche ibrido di *Aegilops* × segale è stato ottenuto quando *Aegilops* funzionava da madre. La prima generazione ibrida, di regola, è sterile per non formazione di polline e per sterilità femminile. I reincroci hanno sempre dato una bassissima percentuale di fertilizzazione (0,008 %).

Dal 1941 al 1948 ho tentato varie volte di incrociare le due specie, usando l'una e l'altra come madre. In tutto ho impollinato 82 fiori di *Aegilops* con polline di *Secale* e 85 fiori di *Secale* con polline di *Aegilops*. Con madre segale non ho ottenuto nulla. Con *Aegilops* come madre ho ottenuto 4 cariossidi ibride di cui 3 striminzite che non hanno germinato ed una ben conformata che mi ha dato la pianta F_1 sterile. Questo ibrido, che è molto raro, sarà descritto in una successiva nota.

Ibridazioni fra frumenti diploidi (*Triticum monococcum*) e *Secale cereale*.

Secondo Thompson (61) il *T. monococcum* non può essere incrociato con segale, ma Hector (25) cita che Tschernak ottenne ibridi sterili dallo incrocio *T. monococcum* × *S. cereale*. Oeheler (42) non ottenne ibridi incrociando la segale con *T. monococcum* e con *T. aegilopoides*.

Io, dal 1941 al 1949, ho impollinato, in tutto, 161 fiori di *T. monococcum* con polline di *S. cereale* senza ottenere una sola cariosside. L'incrocio inverso, tentato con soli 80 fiori, ha pure dato esito negativo.

Ibridazioni fra *Triticum* ed *Agropyron*.

I maggiori studi fatti ed i migliori risultati ottenuti da questi ibridi sono quelli di Zizin, alla Stazione di Omsk (74). Sullo stesso argomento hanno molto lavorato Verushkin (68) e Vakar (64). Nel Canada, presso la Stazione agraria di Ottawa, hanno ottenuto numerosi ed interessanti frutti, diversi dei quali, perenni, sembrano adatti come piante foraggere.

Tutti i risultati felici si sono avuti usando come *Agropyron* l'*elongatum*, il *glaucum* e, in grado minore, il *juncum* ed il *tricophorum*.

Sembra che la sistematica di questo genere non sia stata studiata profondamente e con uno stesso nome, in luoghi differenti, forse spesso, si indica la stessa specie. Può darsi che alcune specie abbiano forme diverse, il che può significare che non si tratta di specie, ma di gruppi di specie. La non perfetta sistematica del genere *Agropyron* spiega alcune discordanze nei lavori di Saratov e di Omsk. Può anche darsi che diversi *Agropyron*, i quali fecondano a fiore aperto, si ibridino facilmente fra loro, in modo che spesso i confini fra le diverse specie non risultino esatti.

Gli *Agropyron* sopraelencati, ibridano col frumento sia funzionando da padre sia funzionando da madre.

Lo Smith (57) ottenne seme ibrido e piante F_1 da impollinazioni di *T. durum* con *A. amurense*, *A. intermedium*, *A. tricophorum*, ma non ebbe nessun risultato con *A. cristatum*, *A. dasystachyum*, *A. trachycaulum*; e da impollinazioni di *T. vulgare* con *A. amurense*, *A. intermedium*, *A. tricophorum*, ma ebbe esito negativo con *A. dasystachyum* e con *A. pungens*. Egli notò che le diverse razze di frumento impiegate nelle ibridazioni si comportavano diversamente. Una di frumento duro giunse a dare cariossidi ibride in ragione del 62,1 % dei fiori impollinati; un'altra giunse soltanto all'1,9 %. Con i frumenti teneri, le cariossidi ibride ottenute variarono dall'89,5 % all'1,6 %.

Il Vavilov (67), scrive che i numerosi tentativi fatti nelle varie Stazioni di tutto il mondo per ibridare le diverse specie del genere *Triticum* con *Agropyron repens* sono sempre stati senza esito: l'*Agropyron repens* non coniuga col frumento.

Non disponendo degli *Agropyron* usati dai diversi ibridatori negli incroci col frumento, ho tentato numerose impollinazioni di *A. repens* con tutte le specie di *Triticum* di cui disponevo: *T. vulgare* (19 varietà), *T. sphaerococcum*, *T. spelta*, *T. durum* (4 varietà), *T. turgidum* (2 varietà), *T. dicoccum* (4 varietà), *T. monococcum* (2 varietà), usando talvolta per madre l'uno e talvolta l'altro genere. In tutto ho impollinato 1530 fiori, sempre con esito negativo: non sono mai riuscito ad ottenere una cariosside ibrida. Ciò conferma quanto dice il Vavilov e che cioè l'*Agropyron repens* non coniuga col frumento.

Anche qualche tentativo di ibridazione di *Agropyron repens* × *Secale cereale*, fatto nei due sensi, non ha dato nessun risultato

CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti nelle impollinazioni fra specie differenti di Graminacee viene confermato che, se le specie sono sufficientemente affini (frumenti esaploidi — frumenti tetraploidi), l'ibrido si ottiene con relativa facilità e produce una discendenza avente fertilità varia; ma se le specie che si incrociano sono fra loro distanti (frumenti esaploidi e tetraploidi $\times$ *T. monococcum*, frumenti esaploidi $\times$ segale, frumenti esaploidi e tetraploidi $\times$ *Aegilops*, *Aegilops* — *Secale*) si ha notevole difficoltà ad ottenere cariossidi ibride e le piante che da queste nascono sono sterili.

In questi ultimi casi si può avere una scarsissima probabilità di ottenere qualche cariossida dalle piante ibride F_1 , solo ricorrendo al reincrocio con una delle specie parentali e, talvolta, con una specie diversa.

I molto pochi esempi, citati dai diversi autori, di ibridi fertili che si sono avuti dall'incrocio fra specie distanti sono stati ottenuti quando la pianta F_1 ha raddoppiato il suo patrimonio cromosomico spontaneamente o grazie ad uno di quei mezzi che possono provocare la poliploidia.

Tra questi mezzi sono i cambiamenti repentini di temperatura, l'azione di parassiti, l'azione di raggi X o di altri trattamenti elettrici, la decapitazione dei tessuti, gli agenti chimici, ed altri ancora; ma tuttavia la poliploidia nella discendenza degli ibridi si manifesta molto raramente.

Qualcuno di questi mezzi ha forse agito, indipendentemente dalla volontà dell'ibridatore e la poliploidia si è prodotta spontaneamente nei pochissimi casi citati in questa nota di ibridi fertili, la cui fertilità è con le maggiori probabilità da attribuirsi a costituzione poliploide.

Chi scrive questa nota ha sempre ottenuto sterilità negli ibridi fra specie distanti. Solo in questi ultimi anni, si sono potuti ottenere ibridi fertili con l'uso di mezzi adatti, il cui meccanismo d'azione fa ritenere che abbiano agito come induttori di poliploidia. Si sarebbero cioè ottenute, in tali casi, nuove specie allopoliploidi. Dell'argomento tratterò particolarmente in altra occasione, quando il materiale ed i dati raccolti saranno sufficientemente abbondanti.

Dai sintetici richiami della principale bibliografia sull'argomento e dal quadro riassuntivo delle difficoltà che si sono incontrate nella esecuzione delle diverse combinazioni ibride, di cui si è trattato, potrebbe apparire che le ibridazioni fra specie distanti abbiano soltanto

un interesse teorico, senza corrispondenza pratica nel campo applicativo del miglioramento genetico. A prescindere dai risultati già ottenuti, ad alcuni dei quali si è incidentalmente accennato, e agli altri di cui non manca illustrazione specialmente nella bibliografia russa e americana, non v'è dubbio che l'ibridazione interspecifica e intergenerica debba considerarsi come un passo relativamente recente nell'opera del miglioramento genetico, sui cui futuri risultati se non è lecito anticipare giudizi troppo ottimistici, non è altrettanto lecito trarre conclusioni decisamente negative. Non si ha ragione di poter negare a priori, che, ad esempio, possa riuscire ad apportare ad altri frumenti i caratteri di resistenza alle malattie del *T. monococcum* o trasferirvi dalla segale quello di un maggior numero di spighette nella spiga mantenendo la fertilità della spighetta e la grossezza di cariossidi proprie del frumento. Similmente da ibridi di frumento con segale potrebbe ottenersi resistenza all'allettamento o adattamento ad ambienti specialmente difficili e da ibridi con l'*Aegilops ovata*, che vive spontanea in terreni sterili ed aridi, frumenti specialmente adatti a tali condizioni.

RIASSUNTO

L'A. riferisce sui risultati ottenuti, dal 1933 al 1949, in ibridazioni fra specie e generi diversi di Graminacee e riporta le percentuali di cariossidi avutesi nelle diverse combinazioni.

Fra specie di frumento appartenenti allo stesso gruppo cromosomico o fra specie esaploidi e tetraploidi la percentuale dei semi ibridi ottenuti è molto elevata, come la fertilità delle discendenze. Si sono ricordate in proposito le eccezioni riferentesi a *Triticum timopheevi* e *T. dicoccoides*.

Tra frumenti esaploidi e diploidi (*T. monococcum*) per ogni 100 fiori impollinati si ottennero 1,47 cariossidi non germinabili; fra tetraploidi e diplodi (*T. monococcum*) 6,16, delle quali il 63,6 % dettero piante F_1 tutte sterili.

Negli incroci fra *Triticum* e *Secale cereale*, con gli esaploidi, per ogni 100 fiori impollinati si ottennero 3,93 cariossidi, che produssero piante F_1 nella percentuale del 30,4, tutte sterili; con i tetraploidi 1,95 cariossidi, incomplete e quindi non germinabili, eccetto in un solo caso con *T. dicoccum* in cui si ottenne una pianta F_1 e da questa, probabilmente per fecondazione con polline vagante, una pianta F_2 sterile; con i diplodi (*T. monococcum*) i tentativi di impollinazione in tutti

i due sensi, su 241 fiori complessivamente, non portarono ad ottenere alcuna cariosside.

Negli incroci fra *Triticum* e *Aegilops ovata*, con gli esaploidi, per ogni 100 fiori impollinati si ottennero 5,8 cariossidi, che produssero piante F_1 nella percentuale del 41,3, tutte sterili; con i tetraploidi 5,9 cariossidi, dalle quali si ottennero piante F_1 nella proporzione del 29,4 %, tutte sterili; con i diploidi (*T. monococcum*) i tentativi effettuati portarono all'ottenimento di una sola cariosside non germinabile.

I tentativi effettuati di incroci fra *Triticum* di tutti e tre i gruppi con *Agropyron repens*, su 1530 fiori complessivamente, non portarono all'ottenimento di alcuna cariosside.

Gli incroci tentati fra *A. ovata* e *S. cereale* hanno portato all'ottenimento di una pianta F_1 sterile; quelli fra *S. cereale* ed *A. repens* non hanno dato risultato.

SUMMARY

HYBRIDIZATION BETWEEN SPECIES AND GENERA OF GRAMINEAE

by ROBERTO FORLANI

The author refers to results obtained from 1933 to 1949 in hybridization between diverse species and genera of Gramineae and reports the percentage of caryopses obtained in the various combinations.

Between species of wheat belonging to the chromosomic group or between hexaploid or tetraploid species, the percentage of hybrid seeds obtained is very high, as is the fertility of the descendents. Apropos of these are recorded the exceptions, referring to *Triticum timopheevi* and *T. dicoccoides*.

Between the hexaploid and diploid wheats (*T. monococcum*), for each 100 flowers impollinated were obtained 1.47 caryopses, incapable of germinating; between the tetraploids and diploids (*T. monococcum*), 6.16 of which 63.6 % gave F_1 plants, all sterile.

In the crossings between *Triticum* and *Secale cereale* with the hexaploids, for each 100 impollinated flowers were obtained 3.93 caryopses, which produced F_1 plants in the percentage of 30.4, all sterile; with the tetraploids, 1.95 caryopses, incomplete and hence incapable of germinating, except in one case with *T. dicoccum*, from which was obtained one F_1 plant and from this, probably through fecundation with floating pollen, a sterile F_2 plant; with the diploids (*T. monococcum*) the attempts at impollination in both senses, on a total of 241 flowers, did not produce a single caryopsis.

In the crossing between *Triticum* and *Aegilops ovata* with the hexaploids, for each 100 flowers impollinated 5.8 caryopses were obtained which produced F_1 plants in the percentage of 41.3, all sterile; with the tetraploids, 5.9 caryopses, from which were obtained F_1 plants in the proportion of 29.4 %, all sterile; with the diploids (*T. monococcum*) the attempts made resulted in the obtaining of a single caryopsis, not capable of germinating.

The attempts made to cross *Triticum* of all three of the groups with *Agropyron repens* on a total of 1530 flowers, did not result in the obtaining of any caryopses.

The attempted crosses between *A. ovata* and *S. cereale* led to the obtaining of one F_1 plant, sterile; those between *S. cereale* and *A. repens* had no result.

BIBLIOGRAFIA

- (1) AASE, H. C. Cytology of *Triticum*, *Secale* and *Aegilops* hybrids with reference to philogeny. *Studies State Coll.*, Washington, 1930, 2 : 5-60.
- (2) ALLARD, R. W. A cytogenetic study dealing with the transfer of genes from *Triticum timopheevi* to common wheat by backcrossing. *Jour. of Agric. Res.*, 1949, 78 : 33-64.
- (3) BAKHOUSE, O. W. *Jour. Genetics*, 1916, 6 : 91-94. (Da Wellensiek).
- (4) BIFFEN, R. H. The appression of characters on crossing *Jour. Genetics*, 1916, 5 : 225.
- (5) BLARINGHEM, L. Sur la production expérimentale des blés épéautes (*Triticum spelta*) à partir d'une plante sauvage (*Aegilops ventricosa*). *Comp. Rend. Ac. Sc.*, 1933.
- (6) BLEIER, H. Genetik und Cytologie teilweise und ganz steriler Getreidebastarde. *Bibliogr. Genetica*, 1928, 4 : 321-400.

- (7) BRINK, R. A., and COOPER, D. C. The antipodals in relation to abnormal endosperm behavior in *Hordeum jubatum* × *Secale cereale* hybrid seeds. *Genetics*, 1944, 29, 391-400.
- (8) BRINK, R. A., COOPER, D. C., and AUSHERMAN, L. E. A hybrid between *Hordeum jubatum* and *Secale cereale* reared from an artificially cultivated embryo. *Jour. of Hered.*, 1944, 35 : 66-75.
- (9) CHIZAKI, Y. On the occurrence of a haploid plant in monococcum wheat. *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan*, 1933, 5 : 267-270.
- (10) COOPER, D. C., and BRINK, R. A. Collapse of the seed following the mating of *Hordeum jubatum* × *Secale cereale*. *Genetics*, 1944, 29 : 370-390.
- (11) DUSSEAU, A. Sur une nouvelle ligne hybride durelloïde issue de croisement de deux *Triticum vulgare*. *C. R. Acad. Sciences*, Paris, 1934.
- (12) ENGLEADOW, F. L. The inheritance of glume-length in a wheat-cross. *Jour. Genet.*, 1923, 13 : 79-100.
- (13) FLORELL, V. H. A genetic study of wheat × rye hybrids and back crosses. *Jour. Agr. Research*, 1931, 42 : 315-339.
- (14) FORLANI, R. Tentativi e risultati di incroci interspecifici ed intergenerici tra cereali. *Archivio Botanico*, 1942, 23 : fasc. 3-4.
- (15) FORLANI, R. Allogamia in alcuni cereali. *Genetica Agraria*, 1947, I : 130-146.
- (16) FORLANI, R. Ibrido *Triticum* × *Aegilops*. *Genetica Agraria*, 1947, I : 237-253.
- (17) FORLANI, R. Ibridi di *Triticum monococcum*. *Genetica Agraria*, 1947, I : 344-350.
- (18) FORLANI, R. Ibridi *Triticum* × *Secale*. *Genetica Agraria*, 1947, I : 335-343.
- (19) FORLANI, R. Frumenti discendenti da incrocio, riferibili a specie differenti da quelle dei genitori. *Genetica Agraria*, 1948, I : 330-334.
- (20) FORLANI, R. Ibridi di *Triticum timococcum*. *Genetica Agraria*, 1948, 2 : 148-154.
- (21) FORLANI, R. Ibridi di *Triticum orientale* × *Agropyron glaucum* e di *T. lutescens* o62 × *A. glaucum* con diverse specie di *Triticum*, con *Secale* e con *Aegilops*. *Annali della Sper. Agr.*, 1949, n. s., 3 : 25-36.
- (22) FORLANI, R. Partenocarpia in *Hordeum*. *Genetica Agraria* (in corso di pubblicazione).
- (23) GAINES, E. F., and STEVENSON, F. J. Rye wheat and wheat-rye hybrids. *Jour. Heredity*, 1922, 18 : 81-90.
- (24) GIOVANNELLI, R. Osservazioni sui frumenti perenni russi *T. orientale* × *Agropyron glaucum* e *lutescens* o62 × *Agropyron glaucum* e loro derivati da incroci. *Genetica Agraria*, 1947, I : 125-129.
- (25) HECTOR, G. M. Introduction to the botany of field crops. Johannesburg, 1936, vol. I.

- (26) KAGAVA, F. On the genus crosses between *Triticum* and *Aegilops*. *Jap. J. Bot.*, 1928, 4 : 1-26.
- (27) KIHARA, K. Cytologischen und genetischen Studien bei wichtigen Getreidearten mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen die Sterilität in den Bastarden. *Mem. Col. Sci. Kyoto Imp. Univ.*, 1924, Ser. B., 1 : 1-200.
- (28) KIHARA, H., and NISHIYAMA, I. New aspects of chromosome behaviour in pollen mother-cells of tri-tetra and pentaploid wheat hybrids. *Botan. Mag.*, Tokyo, 42, 1928.
- (29) KOSTOFF, D. Chromosome behaviour in *Triticum* hybrids and allied genera. I. Interspecific hybrids with *Triticum timopheevi*. *Indian Ac. Sci. Proc.*, Sect. B, 1937, 5 : 231-236.
- (30) JESENKO, C. F. W. Ueber Getreidespeziesbastarde (Weizen-Roggen). *Z. indukt. Abstamm. Vererb.*, 1913, 10 : 311.
- (31) JUCCI, C. Introduzione allo studio della genetica per medici, agrari e naturalisti. Milano, Hoepli, 1944, p. 282.
- (32) LEBEDIEV, V. Ibridi naturali segale-frumento. *Bollettino della Staz. di Bielorsskov*, Kiev, 1927, 1 : 114-120. (Da Vavilov).
- (33) LEYGHTY, C. E. Natural wheat-rye hybrids. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 1915, 7 : 209-216.
- (34) LONGLEY, A. E., and SANDO, W. J. Nuclear divisions in the pollen mother cells of *Triticum*, *Aegilops* and *Secale* and their hybrids. *Jour. Agr. Res.*, 1930, 40 : 683-719.
- (35) MACFADDEN, E. S. A successful transfer of emmer characters to *vulgare* wheat. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 1930, 22 : 1020-1034.
- (36) MACFADDEN, E. S., and SEARS, E. R. The origin of *Triticum spelta* and its free-threshing hexaploid relative. *The Jour. of Hered.*, 1946, 3 : 81-99.
- (37) MALINOWSKI, F. Linkage phenomena in wheat. *J. Genet.*, 1926, 5 : 91.
- (38) MEISTER, N., and TJUMIAKOFF, N. A. Rye-wheat hybrids from reciprocal crosses. *Jour. Genetics*, 1928, 20 : 233-245.
- (39) MIÈGE, R., et SIMONET, M. Etude cariologique des types *durum* apparus dans le croisement *T. vulgare* var. *alborubrum* × *T. vulgare* var. *oasicolum*. *C. R. Acad. Sciences*, Paris, 1935.
- (40) MUNTZING, A. *Züchter*, 1936, 8 : 188-191. (Da Wellensiek).
- (41) OEHLER, E. Untersuchungen über Ansatzverhältnisse, Morphologie und Fertilität bei Weizen-Roggenbastarden. *Z. Züchtung*, 1931, 16 : 357-393.
- (42) OEHLER, E. Untersuchungen über Ansatzverhältnisse. Morphologie bei *Aegilops*-Weizenbastarden. *Z. indukt. Abstam. Vererb.*, 1933, 66 : 49-62.
- (43) OEHLER, E. Untersuchungen über Ansatzverhältnisse, Morphologie und Fertilität bei *Aegilops*-Weizenbastarden. *Z. indukt. Abst. Vererb.*, 1933, 64 : 95-153.

- (44) OEHLER, E. Die Ausnutzung von Art und Gattungsbastarden in der Weizen Zuchtung. *Züchter*, 1934, 6 : 205-211.
- (45) OEHLER, E. Untersuchungen über Ansatzverhältnisse Morphologie und Fertilität bei *Aegilops*-Weizenbastarden. *Z. indukt. Abst. Vererb.*, 1935, 66 : 49-92.
- (46) PAPOVA, G. Specie selvaggio di *Aegilops* e loro ibridazione con frumento nel Turkestan. *Bull. Appl. Bot.*, Leningrad, 1923, 13 : 475-482.
- (47) PERCIVAL, J. The morphology and cytology of some hybrids of *Aegilops ovata* L. $\times$ wheat. *Jour. of Genetics*, 1926, 17 : 49-68.
- (48) PERCIVAL, J. Cytological studies of some hybrids of *Aegilops* sp. $\times$ wheat, and some hybrids between different species of *Aegilops*. *J. Genet.*, 1930, 22 : 201-278.
- (49) PRIDHAM, J. T. A. successful cross between *Triticum vulgare* and *Triticum timopheevi*. *Austral. Inst. Agric. Sci. Jour.*, 1939, 5 : 160-161.
- (50) RIMPAU, W. *Landwirtschaftliche Jahrbücher*, 1891, 20 : 335-371. (Da Wellensiek).
- (51) SANDO, W. J. Hybrids of wheat, rye, *Aegilops* and *Haynaldia*. *Jour of Hered.*, 1935, 26 : 229-232.
- (52) SAX, K. Chromosome behaviour in partially sterile hybrids. *Genetics*, 1922, 7 : 513-522.
- (53) SAX, K. The relationship between chromosome number, morphological characters and rust resistance in segregates of partially sterile wheat hybrids. *Genetics*, 1923, 8 : 301-312.
- (54) SCHULZ, A. Die Geschichte der kultivierten Getreide. Halle 1913.
- (55) SHANDS, R. G. Disease resistance of *Triticum timopheevi* transferred to common winter wheat. *Jour. Amer Soc. Agron.*, 1941, 33 : 709-712.
- (56) SKIRM, G. W. Embryo culturing as an aid to plant breeding. *Jour. of Hered.*, 1942, 29 : 211-215.
- (57) SMITH, D. C. Intergeneric hybridization of *Triticum* and other grasses, principally *Agropyron*. *Jour. of Hered.*, 1943, 34 : 219-224.
- (58) SOROKINA, O. N. Nei cromosomi delle specie di *Aegilops*. *Bull. Appl. Bot.*, Leningrad, 1928, 19 : 523-532.
- (59) STRAMPELLI, N. Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura in Roma. Origini, sviluppi, lavori e risultati. 1932.
- (60) TAYLOR, J. W., and QUISENBERRY, K. S. Inheritance of rye crossability in wheat hybrids. *Jour. Am. Soc. Agron.*, 1935, 27 : 149-153.
- (61) THOMPSON, W. P. Chromosome behaviour in a cross between wheat and rye. *Genetics*, 1926, 11 : 317-322.
- (62) THOMPSON, W. P. Causes of difference in success of reciprocal interspecific crosses. *Amer. Nat.*, 1930, 64 : 407-421.
- (63) TSCHERMAK, E., und BLEIER, H. Über fruchtbare *Aegilops* Weizenbastarde. *Ber. Deut. Bot. Gesell.*, 1926, 44 : 110-132.

- (64) VAKAR, B. A. Ibridi *Triticum-Agropyrum*. Labor. di bot., genet. e selezione applicata. Leningrado, 1935, 8-121-161. (Da V a v i l o v).
- (65) VASILIEV, B. I. Ibridi frumento-segale. Laboratorio di Genetica dell'Acc. delle Scienze U. R. S. S., 1932, 9 : 69-87. (Da V a v i l o v).
- (66) VAVILOV, N. Basi scientifiche della genetica del frumento. Mosca, 1935.
- (67) VAVILOV, N. Un contributo alla classificazione del frumento *T. vulgare*. *Boll. Appl. Bot.*, Leningrad, 1922, 13 : 149-257.
- (68) VERUSHKIN, S. M. Ibridazione di frumento con *Agropyron*. Stazione di Selezione e di Genetica di Saratov, 1935, p. 38. (Da V a v i l o v).
- (69) WATKINS, A. E. The wheat species. *J. Genet.*, 1930, 23 : 173-263.
- (70) WELLENSIEK, S. J. Methods for producing Triticales. *Jour. of Hered.*, 1947, 38 : 167-171.
- (71) WILSON, A. S. *Trans. and Proc. Bot. Soc.*, Edinburg, 1876, 12 : 286-288.
- (72) ZHUKOVSKII, P. M. *Triticum dicoccum* Sch. *dicoccoides* Körn. in Georgia. *Boll. Appl. Bot., Genet. e Selezione*, 1922-1923, 13 : 91-92. (Da A l l a r d).
- (73) ZHUKOVSKII, P. M. Una nuova specie di frumento. *Genetica e Selezione*, 1928, 19 : 55-66. (Da A l l a r d).
- (74) ZIZIN, N. V. Il problema dei frumenti invernali e perenni. Ibridi di *Agropyron* × frumento. Istituto Scientifico di Cerealicoltura della Siberia, Omsk, 1933. (Da V a v i l o v).

ROBERTO FORLANI *

UN IBRIDO DI *AEGILOPS OVATA* x *SECALE CEREALE* **

Numerosi sperimentatori hanno ottenuto ibridi, normalmente del tutto sterili, fra le diverse specie di frumento e la segale e tra frumento e le diverse specie di *Aegilops* (2).

Rarissimi, invece, sono stati gli ibridi ottenuti fra *Aegilops* e *Secale*. Tschermak (7) e Leighty, Sando e Taylor (3) ebbero piante F_1 , sterili, di *Aegilops ovata* x *Secale cereale* e di *A. triuncialis* x *S. cereale*. Leighty e Sando (5) ottennero due piante F_1 di (*Aegilops ventricosa* x *Triticum turgidum*) x *Secale cereale*. Le due piante erano anch'esse completamente sterili e mostravano caratteri di tutti e tre i generi.

Il Vavilov (8) riferisce che i pochi ibridi di *Aegilops* x *Secale* sono stati ottenuti quando *Aegilops* funzionava da madre e mai quando la madre era *Secale*. La prima generazione è sterile, ed i reincroci hanno sempre dato un percento bassissimo di fertilizzazione (0,008 %). Dalle osservazioni citologiche degli ibridi non risulterebbe formazione di gemini in meiosi e quindi non vi sarebbe analogia fra i genomi di *Aegilops* e di *Secale*.

Per quanto mi risulta, l'unico sperimentatore che abbia ottenuto una qualche discendenza è stato Bleier (1). Egli ebbe tre piante F_1 di *A. ovata* x *S. cereale* che risultarono parzialmente fertili e da esse ottenne 104 piante F_2 . Queste risultarono simili alle F_1 , ma molto meno fertili.

Mi sembra, pertanto, di qualche interesse riportare in questa prima nota alcune osservazioni su un ibrido *Aegilops* x *Secale* che anche a me è riuscito di ottenere.

* Reggente la Stazione fitotecnica di S. Angelo Lodigiano della Fondazione Morando-Bolognini.

** Con Nota di GIUSEPPE SERMONTI.



FIG. 1. -- Spighe della F_1
dell'ibrido *Aegilops ovata* $\times$ *Secale cereale*.

Dal 1941 al 1947 ho impollinato numerosi fiori di *Aegilops ovata* con polline di segale, sempre senza nessun risultato. Anche l'ibrido inverso non mi è stato possibile ottenerlo.

Nel 1948, invece, dall'impollinazione di soli 4 fiori di *Aegilops* con polline di *Secale* ho ottenuto 4 cariossidi. Tre di esse erano streminzite e la quarta era ben conformata.

Le quattro cariossidi ottenute furono seminate in vaso ai primi di settembre del 1948. I tre semi streminziti non germinarono e quello ben conformato diede una piantina. Allo scopo di poter disporre di sufficiente materiale e per evitare che l'unica piantina, per cause accidentali, avesse a morire, quando ebbe inizio l'accestimento separai i diversi germogli operando in modo che ognuno di essi avesse almeno una radice e trapiantai in vaso le barbatelle così ottenute. Ottenni in tal modo 12 piantine derivate da quell'unica cariosside.

Il Wellensiek (7), operando con ibridi di frumento $\times$ segale, seminò molto presto, ai primi di maggio, in modo che da una sola piantina potè ottenerne diverse centinaia, con successivi frazionamenti. Ma egli operava in Olanda, con varietà che accestiscono molto e che, anche seminate presto, trattandosi di tipi decisamente autunnali, non corrono il rischio di formare il culmo. Da noi, seminando troppo in anticipo, c'è da temere che abbia inizio la formazione delle spighe prima dell'inverno e quindi, per evitare ciò, occorre bensì seminare presto, ma non troppo, ed accontentarsi di un minore numero di barbatelle.

Il 7 novembre 1948 le 12 piantine furono tolte dai vasetti, le radici lavate e dieci piante furono trattate con soluzione di colchicina, mentre due furono tenute come controllo, senza nessun trattamento.

Sulle modalità seguite nel trattamento con la colchicina si darà relazione in altra occasione.

Tutte le piante giunsero a maturazione.

Le due piante controllo, aventi complessivamente 123 spighe, risultarono totalmente sterili.

Delle dieci piante colchicinizzate, otto, portanti in tutto 409 spighe, erano pure sterili, una portò 48 spighe di cui 47 sterili ed una con 2 cariossidi, ed un'altra portò 13 spighe, di cui 12 sterili e l'ultima, la più giovane, con 5 cariossidi.

Complessivamente, pertanto, da 593 spighe F_1 provenienti da un'unica cariosside e portanti oltre 10.000 fiori, si ebbero soltanto sette cariossidi, prodotte in due sole spighe. La fertilità dei fiori raggiunse quindi solamente il 0,07 %.

Le piante F_1 avevano un portamento invernale prostrato. Alla levata i culmi restavano paralleli alla superficie del suolo e solo il nodo

più alto faceva gomito in modo che l'ultimo internodio risultava verticale: portamento quindi simile a quello della madre *Aegilops*. La lunghezza dei culmi risultò di cm. 50-55. Il culmo era sottilissimo: in media, nella parte più alta, risultò di un diametro di mm. 0,95; vuoto anche nell'ultimo internodo, che era leggermente villosa in vicinanza della spiga: villosità ereditata dalla segale. Le foglie avevano qualche corto pelo sui margini e auricole mediamente 'sviluppate.

Alla maturazione, le spighe dell'ibrido, non si disarticolavano alla base, come quelle del progenitore *Aegilops ovata*, erano ben saldate alla paglia e con rachide resistentissima. Ogni spiga portava da 8 a 10 spighette. Tanto le glume, quanto le glumelle avevano due reste ed un mucroncino. Le reste erano più lunghe di quelle dell'*Aegilops* e dirette verso l'alto. Devesi tenere presente che l'*Aegilops* ha le glume con 4 reste e le glumelle con due, poste quasi ad angolo retto rispetto all'asse della spiga.

Le sette cariossidi ottenute erano lunghe, sottili, fusiformi. La loro lunghezza era circa uguale a quella delle cariossidi della segale alle quali tendevano anche come forma. Le cariossidi dell'*A. ovata* sono invece tozze e simili ad un piccolo chicco di caffè.

In definitiva, pertanto, l'ibrido di prima generazione si avvicinava all'*Aegilops* per i seguenti caratteri:

portamento vegetativo prostrato; statura bassa; paglia molto sottile; auricole e lembi foliari con qualche corto pelo; glumelle con due reste; glume grandi;

ed alla *Secale* per questi altri;

spiga non disarticolantesi a maturazione; villosità dell'internodo superiore del culmo; reste dirette verticalmente; glume non rigide; forma delle cariossidi;

ed infine si presentava intermedio fra i progenitori per i caratteri: numero delle spighette di ogni spiga; reste delle glume.

Dai sette semi sono nate, nell'autunno del 1949, cinque piantine F_2 , che, se giungeranno a maturazione, verranno descritte inseguite.

NOTA

di GIUSEPPE SERMONTI

Da alcune piante F_1 dell'ibrido *Aegilops ovata* × *Secale cereale* descritto nella Nota del dott. R. Forlani sono stati prelevati apici radicali per osservazioni in mitosi, delle quali si riportano alcuni disegni (figg. 2 e 3).

I preparati, ottenuti col metodo del violetto cristallo (4), sono stati disegnati mediante Camera di A b b e. La figura 2 rappresenta una piastra metafasica in cui si contano 21 cromosomi, cioè un numero pari alla somma dei numeri aploidi di *Aegilops ovata* ($n=14$) e di *Secale cereale* ($n=7$), come era da prevedersi.

L'osservazione citologica conferma la provenienza dell'ibrido, oltre che per il numero cromosomico per il numero e le dimensioni dei nucleoli.

Nella fig. 3 è rappresentato un nucleo in intercinesi e sono riprodotti da P a t h a k (6) nuclei dei due genitori nello stesso stadio.

Si nota che il numero dei nucleoli dell'ibrido ($=3$) è pari alla somma del numero aploide dei nucleoli dell'*Aegilops ovata* ($=2$) e

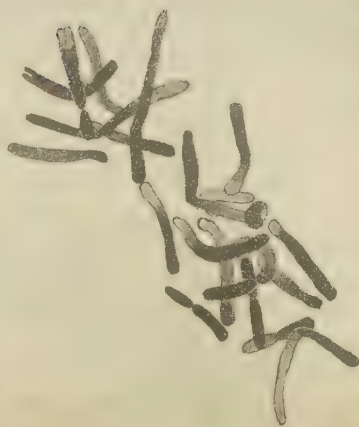


FIG. 2. — *Aegilops ovata* $\times$ *Secale cereale* F_1 : metafase mitotica ($2n' = 21$).

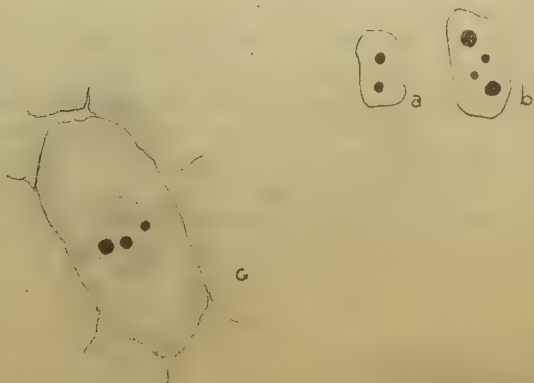


FIG. 3. — Nuclei in riposo: a in *Secale cereale*; b in *Aegilops ovata*; c nell'ibrido F_1 .

della *Secale cereale* (= 1). È anche possibile riconoscere nel nucleo dell'ibrido la provenienza dei tre nucleoli, il più grande ed il più piccolo provenienti da *Aegilops* e il medio da *Secale*.

RIASSUNTO

L'A. descrive le piante F_1 dell'ibrido *Aegilops ovata* $\times$ *Secale cereale* che si avvicinano ad *A. ovata* per i caratteri: culmi corti, prostrati e sottili, auricole e due reste delle glumelle; e a *S. cereale* per la « spiga non disarticolantesi », villosità dell'internodo superiore del culmo, reste dirette verticalmente e forma delle cariossidi.

In una nota aggiuntiva di G. S e r m o n t i viene riportata l'osservazione cariologica dell'ibrido, che conferma la sua provenienza.

SUMMARY

A HYBRID OF *AEGILOPS OVATA* $\times$ *SECALE CEREALE*

by ROBERTO FORLANI

The author describes the F_1 plants of the hybrid *Aegilops ovata* $\times$ *Secale cereale* which resemble *A. ovata* in the following characteristics: short, thin, prostrate culms, auricles, and glumellae with two awns, and resemble *S. cereale* in the 'non-disarticulated ear', hairiness of the upper internode of the culm, vertically upright awns, and in the form of the caryopses.

In an added note by G. Sermonti is reported the cytological observation of the hybrid which confirms its origin.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BLEIER, H. Ueber Vererbung von Gattungsbastarden des Roggens (*Aegilops*-Roggen und *Aegilops*-Roggen-Weizenbastarde). *Z. Zücht.*, 1931, 17: 70-79.
- (2) FORLANI, R. Ibridazioni interspecifiche e intergeneriche di Graminacee. *Annali della Sperimentazione Agraria*, 1950, n. s., vol. IV, num. 4.
- (3) HECTOR, G. M. Introduction to the botany of field crops. Johannesburg, 1936, vol. I.
- (4) LA COUR, L. Improvements in plant cytological technique. *Bot. Rev.*, 1937, 5: 241-58.
- (5) LEIGHTY, C. E., and SANDO, W. J. A trigenic-hybrid of *Aegilops*, *Triticum* and *Secale*. *Jour. of Hered.*, 1927, 18: 432-442.
- (6) PATHAK, G. N. Studies in the cytology of cereals. *J. Genet.*, 1939, 39: 437-67.
- (7) TSCHERMAK, E. Über seltene Getreidebastarde. *Beiträge zur Pflanzenzüchtung*, 1913, 3: 49-61.
- (8) VAVILOV, N. Basi scientifiche della genetica del frumento. Mosca, 1935.
- (9) WELLENSEK, S. J. Method for producing Triticales. *Jour. of Hered.*, 1947, No. 6.

Ricevuto il 27 febbraio 1950.

LIVIA GOBIS

RICERCHE SUL MECCANISMO DI FORMAZIONE DELL'ACIDO CITRICO NEL CORSO DELLA FERMENTAZIONE ALCOLICA *

I. — La formazione fermentativa dell'acido citrico è tipicamente collegata all'attività dei microrganismi a metabolismo ossidativo. Esiste tuttavia un processo di formazione dell'acido citrico connesso all'attività fermentativa dei lieviti alcolici, vale a dire connesso ad una tipica desmólisi anaerobica dello zucchero, e lo studio di questo processo si prospetta di particolare interesse sia dal punto di vista enzimologico che dal punto di vista zimochimico.

La produzione di acido citrico per opera dei lieviti alcolici, e nel corso della loro normale attività fermentativa, è documentata da numerose osservazioni. L. Gentilini** J. Ribereau-Gayon e Peynaud*** hanno constatato la formazione di quantità sensibili di acido citrico nel corso della fermentazione del mosto d'uva. La diminuzione di acido citrico in conseguenza della fermentazione del mosto, constatata da C. Tarantola****, non infirma le constatazioni di cui sopra, ma dimostra semplicemente la possibilità che tra le varie forme di lieviti componenti le naturali associazioni fermentanti il mosto d'uva, ve ne possono essere talune dotate di attività citrovore.

Dal punto di vista zimochimico, un aspetto interessante da chiarire è quello che concerne l'origine dell'acido. Le interessanti osservazioni di H. Wieland***** e collaboratori sui lieviti impoveriti hanno dimostrato l'attitudine di questi a produrre acido citrico a spese dell'acido acetico; ma non è dimostrato che anche i lieviti alcolici normali possano dar luogo a questa trasformazione ossidativa

* Lavoro eseguito mercè una sovvenzione del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste.

** *Annuario Staz. sperim. Viticoltura ed Enologia Conegliano*, 1940-41, vol. X.

*** *Bulletin de l'Office international du Vin*, 1946.

**** *Ann. Tecnica Agraria*, 1937, n. 1.

***** *Helvetica Chim. Acta*, 1932, 15, 521.

WIELAND, H., and SONDERHOFF, R. *Liebigs Ann. Chem.*, 1932, 499, 213.
SONDERHOFF, R., and DEFFEN, M. *Liebigs Ann. Chem.*, 1938, 536, 36.

simultaneamente al processo anaerobico di fermentazione alcolica dello zucchero. D'altra parte, le osservazioni compiute sulla fermentazione del mosto d'uva lasciavano aperta la possibilità di una genesi dell'acido citrico a partire dagli altri acidi organici preesistenti nel mosto, e principalmente dall'acido malico. Allo scopo di stabilire se la formazione fermentativa dell'acido citrico richiedesse nel substrato la presenza di altre sostanze oltre che lo zucchero e il lievito, ho istituito una serie di esperienze di fermentazione su substrato artificiale, costituito esclusivamente da saccarosio e da sali nutritivi minerali, salvo l'indispensabile aggiunta di una piccola quantità di succo di lievito bollito come apportatore di cozimasi.

Una serie di esperienze venne compiuta con *Saccharomyces ellipsoideus*, un'altra serie con *Kloeckera apiculata*, entrambi provenienti da culture pure cresciute su agar-mosto. Nella tabella seguente sono riassunti i risultati da me ottenuti.

TABELLA I

Formazione di acido citrico nella fermentazione del saccarosio per opera del *Saccharomyces ellipsoideus* e della *Kloeckera apiculata*

	pH substrato di fermentazione	Alcol % in volume	Acido citrico mg per 100 cm ³ di fermentato
1) <i>Saccharomyces ellipsoideus</i> . .	3,2	5,5	2,20
2) <i>Kloeckera apiculata</i>	3,2	3,0	2,50

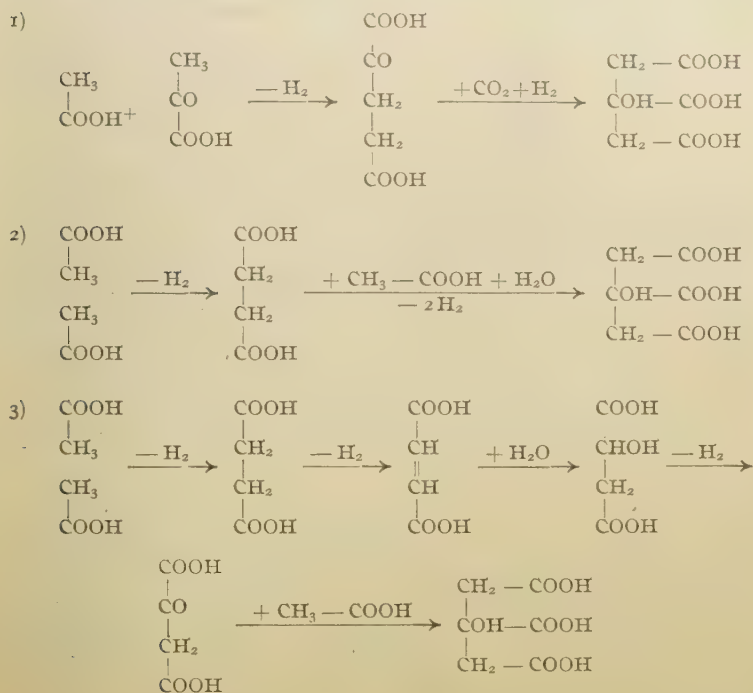
Questi risultati dimostrano in maniera indubbia la formazione di acido citrico nel corso della fermentazione alcolica dello zucchero, anche in assenza di acidi organici.

L'ordine di grandezza della quantità di acido citrico da me rilevata è sensibilmente inferiore a quella rilevata dal Gentilini* nelle sue esperienze sulla fermentazione del mosto d'uva. A questo riguardo non può per altro dimenticarsi che nel mio caso, trattandosi di fermentazione su substrato artificiale, il lievito alcolico veniva indubbiamente a trovarsi in condizioni di attività fermentativa assai discoste dall'optimum.

2. — Il problema del meccanismo secondo cui si forma l'acido citrico per opera del lievito alcolico è indubbiamente complesso. Teoricamente molte strade sono possibili *a priori*. Se si considera la

* L. c.

possibilità dimostrata dal Wieland* di una genesi dell'acido citrico a partire dall'acido acetico, e si ammette, come è logico ammettere, che quest'acido acetico provenga da una reazione dismutativa dell'aldeide acetica formantesi come prodotto intermedio della fermentazione alcolica, la sintesi dell'acido tricarbossilico potrebbe procedere attraverso le seguenti strade:



Secondo ognuna di queste strade la sintesi dell'acido citrico graviterebbe sostanzialmente per intero sui prodotti intermedi della fermentazione alcolica (aldeide acetica o acido piruvico), e sarebbe esatto affermare la sua provenienza dallo zucchero.

Ma tra queste varie possibili vie di sintesi, la prima merita particolare considerazione. In essa la formazione dell'acido citrico contempla come prodotto intermedio l'acido α -chetoglutarico, e a questo riguardo ci si può allora domandare se l'intero processo di sintesi non

* L. c.

possa svolgersi altrimenti, e, soprattutto, con un diverso significato. L'acido α -chetoglutarico può infatti provenire, anzichè dalla condensazione di una molecola di acido acetico con una molecola di acido piruvico, direttamente dalla disaminazione dell'acido glutammico, aminoacido di cui è nota la larga partecipazione al chimismo fermentativo dei lieviti. In tal caso, evidentemente, l'acido citrico deriverebbe dall'acido glutammico, condividerebbe cioè l'origine dell'acido succinico, e anzichè considerarlo tra i prodotti accessori della desmolisi della molecola glucidica lo si dovrebbe considerare tra i prodotti accessori dei processi di demolizione e resintesi protidica a cui fa capo l'attività moltiplicativa del lievito.

3. — Qualche nozione di primo orientamento nei riguardi della natura del processo conducente alla formazione dell'acido citrico per opera dei lieviti alcolici in normale attività di fermentazione, si può ricavare dai risultati da me ottenuti indagando l'influenza che sul processo esercitano gli acidi C_4 dicarbonici. Tutti questi acidi, come appare dai risultati riassunti nella tabella seguente, incrementano assai considerevolmente la formazione di acido citrico e poichè essi, secondo quanto è stato dimostrato dai numerosi lavori di Szent-György* e della sua scuola e da quelli di Krebs** e collaboratori,

TABELLA II

Influenza degli acidi C_4 dicarbonici sulla formazione di acido citrico nella fermentazione alcolica del *Saccharomyces ellipsoideus*

	pH substrato di fermentazione	Alcol % in volume	Acido citrico mg per 100 cm ³ di fermentato
1) substrato solo	3,2	5,5	2,20
2) substrato + mg 35,7 acido succinico	3,2	5,5	3,00
3) substrato + mg 34,8 acido fumarico	3,2	5,5	4,00
4) substrato + mg 40,4 acido malico	3,2	5,5	3,50
5) substrato + mg 40,0 acido ossalacetico	3,2	5,5	3,50

* Z. physiol. Chem., 1935, 236, I; 1936, 244, 105.

** Enzymol., 1937, 4, 148.

Bioch. J., 1937, 31, 772; 1938, 32, 913; 1940, 34, 442, 462, 775, 1234, 1338.

costituiscono degli attivatori tipici dei processi di ossidazione, se ne dovrebbe a rigore di termini dedurre che anche il processo di formazione dell'acido citrico determinato dai lieviti alcolici è di natura ossidativa.

A una conclusione analoga conducono anche i risultati da me ottenuti nelle esperienze di fermentazione in ambiente alcalino, riassunti nel seguente prospetto:

TABELLA III

Influenza del pH del substrato sulla formazione di acido citrico nella fermentazione alcolica del *Saccharomyces ellipsoideus* e della *Kloeckera apiculata*

	pH substrato di fermentazione	Alcol % in volume	Acido citrico mg per 100 cm ³ di fermentato
1) <i>Saccharomyces ellipsoideus</i> .	3,2 8,2	5,5 3,1	2,20 3,80
2) <i>Kloeckera apiculata</i>	3,2 8,2	3,0 3,5	2,50 5,40

La fermentazione su substrato alcalinizzato conduce alla formazione di quantità di acido citrico nettamente superiori a quelle che si formano dal substrato acido; ed è noto che in ambiente alcalino la fermentazione alcolica devia dalla sua fisionomia normale verso una fisionomia a carattere ossidativo.

Ma questa conclusione sarebbe in perfetta armonia anche con l'ipotesi che collega la formazione dell'acido citrico alla disaminazione dell'acido glutammico e quindi al metabolismo protidico del lievito anzichè all'attività fermentativa vera e propria di questo, estrinsecantesi nella desmolisi anaerobica della molecola dello zucchero. Invero anche la disaminazione degli aminoacidi, a cui i lieviti alcolici danno luogo normalmente nel corso della fermentazione dello zucchero, è generalmente ritenuta come un processo di natura ossidativa; per la grande generalità degli aminoacidi essa conduce, tra l'altro, alla formazione degli alcoli superiori; nel caso specifico dell'acido glutammico essa porta alla formazione di acido succinico; la formazione di acido citrico sarebbe il terzo sbocco possibile di questo processo.

Una conferma del collegamento possibile tra la formazione di acido citrico e il processo di disaminazione degli aminoacidi, scaturisce anche dall'influenza esercitata dai sali ammoniacali. L'aggiunta di solfato ammonico al substrato di fermentazione ha per effetto (come

dimostrano i dati del prospetto seguente) di abbassare in misura assai cospicua la formazione di acido citrico, ma contemporaneamente si abbassa anche la formazione di alcoli superiori, e poichè questi ultimi provengono dagli aminoacidi è logico inferire, dal parallelismo di comportamento, che anche l'acido citrico condivida, almeno in parte, questa origine.

TABELLA IV

Influenza del solfato ammonico sulla formazione di acido citrico e degli alcoli superiori nella fermentazione alcolica del *Saccharomyces ellipsoideus*

	Acido citrico mg per 100 cm ³ di fermentato	Alcoli superiori cm ³ per 100 cm ³ di fermentato
1) substrato solo	2,20	0,060
2) substrato + mg 50 di (NH ₄) ₂ SO ₄ . . .	0,25	0,025

4. — In complesso questo mio primo gruppo di indagini, di carattere più che altro orientativo, consente sin d'ora di formulare una conclusione definitiva: a fianco della fermentazione alcolica dello zucchero, per opera del lievito in vivo, ha luogo sicuramente anche una produzione fermentativa di acido citrico. Sia il *Saccharomyces ellipsoideus* che la *Kloeckera apiculata* sono in grado di determinare questo processo.

Appare inoltre lecito ammettere:

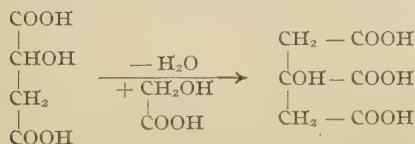
1) che il processo di formazione dell'acido citrico sia di natura ossidativa;

2) che analogamente a quanto avviene per la genesi degli alcoli superiori esso proceda non direttamente dalla desmoli della molecola zuccherina, ma sia invece una manifestazione accessoria del metabolismo protidico, e più particolarmente del processo di disaminazione dell'acido glutammico.

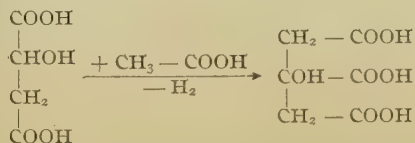
Tutto ciò in attesa di altri contributi sperimentali i quali valgano o a suffragare le tesi ora esposte o a prospettare altre più consone allo stato dei fatti.

Una riserva è naturalmente necessaria, almeno per ora, nei confronti della genesi dell'acido citrico dei vini. I risultati da me esposti in questa nota si riferiscono, come già ho detto, all'attività fermentativa del *Saccharomyces ellipsoideus* e della *Kloeckera apiculata* su un

substrato di fermentazione artificiale, il quale non conteneva nessun'altra sostanza organica all'infuori dello zucchero, del lievito e dell'esigua quantità di residuo organico apportato dall'aggiunta di succo di lievito bollito. Ma ben altrimenti è costituito il mosto, d'uva, ed è fondato ammettere che molti dei suoi componenti extra-zucchero possano a loro volta contribuire in misura sensibile alla formazione di acido citrico per il tramite delle attività enzimatiche del lievito alcolico. L'acido malico, come già ho detto, analogamente agli altri tre costituenti della serie degli acidi C_4 -dicarbonici (succinico, fumarico, ossalacetico) intensifica la formazione dell'acido citrico nella fermentazione del lievito su substrato artificiale, ed io ho ammesso, in conformità di un'opinione diffusa, che quest'azione intensificatrice si estrinsechi in senso catalitico; ma vi sono ragioni per ritenere che l'acido malico possa contribuire esso stesso direttamente alla formazione dell'acido citrico, entrando come tale a costituirne la molecola, e ciò potrebbe avvenire secondo l'ipotesi emessa da R. Ciusa e R. Brull* per condensazione anidritica tra acido malico e acido glicolico:



o, forse più fondatamente, secondo le vedute di Antoniani, per condensazione ossidativa di una molecola di acido malico con una molecola di acido acetico:



oppure previamente trasformandosi in altri composti di ossidazione o di riduzione (acido ossalacetico, acido fumarico: entrambe le direzioni sono possibili data la molteplicità di accoppiamenti ossidoriduttivi che la fermentazione alcolica dello zucchero consente) suscettibili di dare a loro volta acido citrico per condensazione con acido acetico. Ragioni tutte le quali autorizzano a pensare che nella

* *Ann. Chim. appl.*, 1939, 29, 5.

fermentazione del mosto d'uva, oltre alla genesi dell'acido citrico verificantesi nel caso della fermentazione su substrato artificiale, e da me posta in relazione col metabolismo protidico del lievito, altre ve ne possano essere procedenti da sostanze di partenza diverse e fors'anche secondo un diverso meccanismo evolutivo. Al riguardo sono interessanti i risultati da me ottenuti studiando, sempre su substrato artificiale, l'influenza che sulla formazione dell'acido citrico esercitano l'acido tartarico e l'acido formico. La tabella seguente li riassume:

TABELLA V

Influenza degli acidi tartarico e formico sulla formazione di acido citrico nella fermentazione alcolica del *Saccharomyces ellipsoideus*

	pH substrato di fermentazione	Alcol % in volume	Acido citrico mg per 100 cm ³ di fermentato
1) substrato solo	3,2	5,5	2,20
2) substrato + mg 31,3 acido tartarico,	3,2	5,5	9,70
3) substrato + mg 9,6 acido formico	3,2	5,5	9,80

A parte per ora ogni considerazione sul meccanismo secondo il quale l'influenza può esplicarsi, resta il fatto che tanto l'acido tartarico quanto l'acido formico aumentano la formazione di acido citrico, che l'aumentano anzi in misura maggiore di quanto non facciano gli acidi C₄ dicarbonici. E la constatazione è di notevole significato anche nei confronti della fermentazione vinaria, dato il cospicuo contenuto in acido tartarico dei mosti d'uva e dato che l'acido formico è indubbiamente tra i prodotti dell'attività fermentativa normale dei lieviti alcolici sul mosto stesso.

Riassumendo le varie osservazioni da me fatte, credo di poter affermare che per effetto della normale attività fermentativa del lievito alcolico, a secondo del substrato su cui esso agisce, si può avere formazione di acido citrico per più di una via. Per quanto però molteplici possano essere le sostanze di partenza e molteplici gli indirizzi fermentativi e i prodotti intermedi conducenti all'acido citrico, ritengo che un posto e una funzione preminenti siano da attribuirsi all'acido acetico e all'acido formico, mentre non è da escludersi per l'acido glutammico la funzione di vera e propria sostanza madre dell'acido in oggetto. Le mie ricerche proseguono.

PARTE SPERIMENTALE

Le esperienze di fermentazione vennero compiute secondo le modalità zimotecniche consuete. Come agenti di fermentazione vennero usati uno stipite di *Saccharomyces ellipsoideus* e uno stipite di *Kloeckera apiculata*, riprodotti da culture pure cresciute su agar mosto. Il mosto utilizzato per le esperienze aveva la seguente composizione: cm^3 100 H_2O ; g 10 saccarosio; g 0,1 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$; g 0,2 K_2SO_4 ; g 0,05 MgCl_2 ; g 0,002 FeCl_3 .

Questo mosto era volutamente esente da combinazioni azotate minerali, lo studio dell'influenza di queste facendo parte del programma di ricerca. Prima dell'inseminamento col lievito il mosto venne sterilizzato per 1 ora in autoclave a vapore fluente. Le fermentazioni si svolsero in beute della capacità di circa 200 cm^3 , chiuse con tappo di ovatta, contenenti cm^3 100 di mosto. In ogni esperienza il mosto venne addizionato di 10 cm^3 di succo di lievito bollito ottenuto secondo le modalità solite. Le fermentazioni si svolsero alla temperatura di 27°C.

Il dosaggio dell'alcool venne compiuto per via densimetrica sul distillato. La determinazione del contenuto in acido citrico secondo il metodo di Sherman-Vickery-Pucher*.

Il dosaggio degli alcoli superiori venne effettuato secondo il procedimento di Komarowski e Fellenberg nell'adattamento spettrofotometrico di Federico e Cioffi**.

Dai dati numerici delle varie tabelle concernenti il contenuto in acido citrico è già dedotta la quantità di acido citrico contenuta nei 10 cm^3 di succo di lievito addizionati al mosto in funzione di bios.

RIASSUNTO

L'A. indaga il meccanismo secondo il quale procede la formazione dell'acido citrico nel corso della fermentazione alcolica dello zucchero. Viene espressa l'ipotesi di un processo di natura ossidativa in probabile collegamento col metabolismo protidico dei lieviti.

* *Journal of Biological Chemistry*, 1936, 113, 235.

** *Chimica Industria*, 1947, 29, 298.

SUMMARY

RESEARCHES ON THE MECHANISM OF THE FORMATION OF CITRIC ACID IN THE COURSE OF ALCOHOLIC FERMENTATION

by LIVIA GOBIS

The mechanism by which the formation of citric acid proceeds in the course of the alcoholic fermentation of sugar is investigated. The hypothesis is advanced that it is a process oxidative in nature, probably connected with the protein metabolism of the yeasts.

ALBERTO PIROVANO

I LIMITI UTILI DI CULTURA DEL PERO IN CLIMA CALDO-ARIDO

L'AMBIENTE ORIGINARIO DEL PERO COLTIVATO

Se volessimo prendere come indice di adattabilità del pero coltivato (ad un dato terreno e clima) la presenza del perastro spontaneo in quell'ambiente, saremmo in errore.

Le specie e le varietà di *Pyrus* sono numerose: vanno da quelle che si trovano bene ambientate in climi freddi o temperati sino alle specie più xerofile, dalle radici trapananti, il cui limite meridionale s'estende, da noi, alle sponde del Mediterraneo (*P. amygdaliformis*).

Va però notato che le varietà attualmente in commercio, eccetto qualche recente apporto americano, sono tipi evoluti provenienti dal centro-nord d'Europa e precisamente dal Belgio, dalla Francia e dall'Inghilterra, dove sin dagli albori dello scorso secolo hanno attivamente lavorato al miglioramento di forme ivi già esistenti i pionieri di questo arduo e paziente cimento: Van Mons, Bivort, Hardenpont ed altri nel Belgio, ed una pleiade di seminatori francesi * nell'800: precisamente nella Francia centro-settentrionale. Senza dire che, già nel 1770, in Inghilterra era stata ottenuta la squisita varietà « William », ancor oggi insuperata nel suo genere fra le pere di fine estate.

Pertanto la quasi totalità delle varietà oggi in coltura nei frutteti europei si trova in armonia col clima fresco, non eccessivamente luminoso e con l'abbondanza di piogge primaverili-estive ch'è propria dei Paesi situati al centro-nord d'Europa dove s'è operata la loro selezione. Se la realtà corrisponde al vanto che se ne mena in Russia, alcuni tipi ottenuti da Mitchurin, tratti prevalentemente dalla « Bergamotte », dal *P. nivalis*, e dal *P. ussuriensis*, resistono, prosperano e fruttificano bene persino nella Siberia meridionale, dove

* L'elenco trovasi nella mia relazione pubblicata negli *Atti del III Congresso di Frutticoltura* (Ferrara, 1949).

durante l'inverno si scende a 40° C. e più sotto zero; ma tralasciamo i virtuosismi estremi.

In Europa il clima più confacente per il pero si trova fra il 44° ed il 48° parallelo.

In California — com'è noto — vi sono estesissime colture di peri allevati a grande sviluppo di chioma, innestati su franco. Sono situate prevalentemente attorno al 41° parallelo, perciò alquanto meridionali rispetto alla esigenza della specie; ma bisogna considerare ch'esse si trovano nella valle del Sacramento, sulle coste occidentali della Sierra Nevada, coronata da nevi perpetue estesissime, che portano frescura ed acqua alle colture situate nelle sottostanti valli.

La derivazione ancestrale delle numerose varietà coltivate non è nota; i seminatori dell'800 e quelli più antichi, non si sono curati di render noti gli ascendenti. Molte varietà per loro dichiarazione*, provengono semplicemente da semine di fortuna: altre sono state trovate fra peri nati per caso, magari fra le siepi, dove qualcuno aveva buttato qualche torsolo.

Fra le varietà proposte dal Congresso pomologico di Francia soltanto di pochissime si trovano, nel Catalogo dei frutti adottati, le derivazioni ancestrali da incrocio artificiale.

La valutazione somatica e carpologica attesta la generica, ma ben netta divergenza fra le specie che hanno dato origine alle varietà coltivate ed i comuni perastri selvatici che prosperano nel nostro clima.

Il *P. communis* è certamente alla base della composizione genetica dei peri coltivati; ma quali diversità di tipi!

Da quelli a foglia stretta acuminata, tipi « Bergamotta » a quella grande e piana tipo « Curato » o revoluta dei « Passa Crassana » a quella grandissima antocianata dei « Kieffer seedling » e così via. D'altra parte l'indagine cromosomica ci rivela che alcune varietà sono poliploidi; ci sono varietà diploidi, tetraploidi, e qualcuna anche triploide, rispettivamente con 34, 68, e 51 cromosomi somatici (C r a n e, Darlington, ecc.). Ma non è detto che, dai tempi di Marco Polo a noi, i semi di alcune specie cinesi (*P. betulifolia*; *P. phaeocarpa*, *P. ussuriensis*) o giapponesi (*P. aromatica*, *P. Calleryana*, *P. dimorphophylla*) o altre del continente asiatico (*P. eleagrifolia*, *P. nivalis*, *P. salicifolia*) siano stati introdotti in Europa ed abbiano prodotto ibridazioni.

* Catalogue des fruits adoptés par le Congrès pomologique. Villefranche, Réveil-Impr., 1927.

La pingue coltura, le spontanee fecondazioni incrociate fra piante vicine, fra varie specie di peri a diversa costituzione e dotazione cromosomica hanno prodotto attraverso i secoli, fra tanti tipi degeneri o privi d'interesse orticolo, le varietà coltivate; recentemente l'incrocio artificiale ha dato apporti che per essere di controllata derivazione attestano all'analisi genetica la costituzione ibrida di uno o di entrambi i genitori adoperati.

Non fa meraviglia la frequenza di poliploidia nei peri coltivati, poichè nelle varietà orticole dell'affine genere *Rosa* si sono prodotte persino combinazioni esaploidi ed ectaploidi: non nei laboratori universitari, ma semplicemente in semine di giardinieri, orticoltori e amatori che Natura è più incline a beneficiare.

IL CARICO DI FRUTTA E L'EVAPORAZIONE IN CARENZA D'ACQUA

La differenza sostanziale fra gli organi vegetativi del perastro selvatico meridionale usualmente impiegato per port'innesto e quelli delle varietà di peri coltivati non può sfuggire a nessuno. Il perastro ha caratteristiche nettamente xerofile (foglie piccole, strette, spesso coriacee, protette talvolta da peluria) e le varietà coltivate hanno grandi e larghe foglie glabre, ricche di stomi, e però soggette a forte evaporazione. Senza dire che i perastri non hanno che da nutrire se non pochi e piccoli frutti, mentre le varietà coltivate presentano spesso tal carico di pere da valutarsi il doppio di quello del peso di tutta la pianta, radici comprese.

Lo squilibrio idrologico d'un pero innestato, in regime di forte siccità, è dovuto al fortissimo assorbimento di acqua che la chioma dell'innesto gentile richiede per la sua grande superficie fogliare evaporante ed i frutti copiosi dei quali si carica. Non è tutto da attendere dal port'innesto, come molti credono, il potere di sopperire a tal carico.

Infatti, non è la stessa cosa se s'innestano in clima arido sul medesimo soggetto p. e. dei peri fertilissimi quali la « Butirra Clairgeau » o invece dei « Curato », ovvero delle « Butirra Hardy » o delle « Passa Crassana »: la prima varietà, sempre carica, si defoglia dal più al meno al primo favonio; le altre tre, più parche e tardive a produrre, si mantengono in foglia sino alle prime brine: fisiologicamente parlando, « lavorano » a loro profitto tutta la stagione.

I frutti, nella economia fisiologica arboricola, rappresentano, com'è noto, la parte detraente delle energie e della materia che la pianta elabora; ma le varietà che noi coltiviamo sono state scelte dai

selezionatori e moltiplicate dai coltivatori precisamente e soprattutto perchè sono ben produttive, così da premiare le fatiche e le spese di coltivazione.

Buonissime varietà di peri quali la « Louis Pasteur », la « Madame Baltet » la « Regina Margherita » del nostro Borsani le « Coscia precoce » e quella « tardiva » del Ragionieri o bellissime, vistose, quali la « Fondant des Bois », la « Re Carlo del Württemberg » ed altre sono rimaste relegate nelle collezioni di amatori: non hanno « fatto carriera »; non posseggono valore culturale nè industriale, perchè rendono poco: l'ultima lascia cascare i frutti immaturi.

D'altra parte, le varietà che più producono, specialmente quando l'acqua scarseggia, affaticano assai la pianta e la depauperano. L'ibridazione e la selezione di particolari tipi o cloni di port'innesti resistenti alla siccità può certamente migliorare le condizioni dei frutteti non irrigui in clima caldo-arido, ma non si deve sperare poi troppo nel loro avvento.

Attualmente sono in auge nuovi port'innesti ottenuti da linee genetiche da selezione clonale. La derivazione dei port'innesti da un lignaggio puro eccezionale è da raccomandarsi senz'altro e non solo per i peri o per i meli: è norma generale. Tuttavia i tecnici non sono sempre d'accordo: mentre qui s'additano come mirabolanti le conquiste di selezionatori stranieri di port'innesti, i Vilmorin (la più antica ed accreditata Casa francese per il commercio dei semi) asseriscono che, nella loro esperienza due volte secolare, hanno trovato che i migliori perastri da port'innesto sono quelli provenienti da tipi abruzzesi e pugliesi, posti spesso a dura prova nel loro ambiente dal drastico clima e fruenti perciò della selezione naturale.

Quando la siccità ed i venti caldi turbino la proporzionalità dei rapporti tra il fogliame evaporante ed i frutti ch'esso deve nutrire s'inizia il decadimento, ed il frequente ripetersi di tali eccessi lo rende ognor più grave col passar del tempo, per cause concomitanti, come dimostrerò tosto.

Fra le numerose varietà di peri coltivati nel campo sperimentale dell'Istituto di Frutticoltura e di Elettrogenetica di Roma, situato a Grottarossa, in Agro romano tipico, la varietà « Wilder » è risultata la più resistente alla defogliazione da siccità e lo si spiega per due ragioni: il suo fogliame di dimensioni ridotte, dal parenchima spesso rispetto ai comuni tipi europei, e la sua scarsa produttività. Inoltre i suoi frutti vengono a maturazione prima delle giornate canicolari, dimodochè non gravano più sul bilancio idrico nel periodo cruciale dell'annata.

Adunque molta importanza ha il port'innesto, ma l'intrinseca qualità della pianta, cioè il suo fogliame evaporante ed il carico dei frutti, conta più di tutto.

LA SICCITÀ E LE CONSEGUENZE DIRETTE

Quando la siccità è forte provoca nei peri più produttivi la caduta prematura di gran parte delle foglie.

Oltre all'innesto su perastro, la buona coltivazione del terreno, che per tal modo evapora molto meno — com'è ben noto — è la più elementare provvidenza che si suole applicare. In circostanze critiche, qualora l'acqua trattenuta dal terreno non sia più sufficiente a mantenere un adeguato turgore nei tessuti, ha luogo il defogliamento a partire dalla base d'ogni ramo. La caduta delle foglie s'accentua particolarmente nei vecchi impianti, perchè col passar degli anni il terreno si costipa, epperò il suo potere d'imbibizione diminuisce sempre più, come s'è detto.

Con la caduta delle foglie il benefico ufficio ch'esse compiono a pio' dei frutti e delle riserve plastiche per la nuova vegetazione della successiva primavera viene a mancare: i frutti, in gran parte, a loro volta cadono.

Ma questi non sono gli unici inconvenienti del clima caldo-arido per il pero coltivato; c'è anche la rifiorenza autunnale.

Infatti, i peri defogliati per effetto di siccità entrano in stato di quiescenza o di « riposo » com'è nell'uso di dire; riposo che si interrompe alle prime piogge autunnali poichè le radici sitibonde, ritrovandosi in terra ancor calda e bagnata, assorbono ed immettono copiosamente linfa nei tessuti. Ma questa non trova sufficiente sbocco se le piante sono molto defogliate.

La linfa costretta ad aprirsi uno sbocco, gonfia le gemme latenti e non risparmia certo quelle fruttigene delle lamburde; ed ecco che schiudono. In brevi giorni si ha vegetazione e fioritura in tardo autunno.

Alle varie cause fisiologiche indebolenti testè accennate s'aggiunge dunque ancor questa; e la sua ricorrenza non è estremamente rara, soprattutto in terreni cretosi e nei « cappellacci », anche se lavorati profondamente, ma ricostipati un po' per volta, per effetto di transito e cedimento da imbibizione.

La perdita di lamburde per prefioritura non costituisce soltanto perdita del corrispondente frutto normale dell'anno dopo, ma è una inutile fatica debilitativa per la pianta in quanto le fa spendere



FIG. 1. — Rifioritura di peri « André Desportes » a cordone verticale nel novembre 1933. Dai rami di cima si ha un'idea dello stato di defogliazione che avevano prima delle piogge di ottobre.

energia e materie plastiche nel dare un'effimera vegetazione e relativi fiori e frutticini, che i primi freddi distruggono.

Rifioriture autunnali di notevole importanza per la inconsueta estensione anche a piante silvestri, è stata osservata nel 1943 in provincia di Frosinone ed altrove da Sibilìa* che la fa dipendere « da forte carenza idrica nel terreno e da difetto di assorbimento per la notevole riduzione degli organi traspiranti durante il lungo riposo estivo » e soggiunge: « In genere questo comportamento ha ripercussioni sulla fioritura e sulla fruttificazione dell'anno successivo per l'esaurimento che hanno subito le riserve plastiche in seguito alla vegetazione eterocrona ».

Oltre che nel pero, dal 24 novembre al 12 dicembre, Sibilìa ha notata rifioritura autunnale nell'ippocastano, nel pruno comune e

* SIBILIA, C. Conseguenze della siccità 1942-43. *Ann. Accad. Agric. Torino*, 1945-46, LXXXVIII.

nel prunolo da siepe nell'Agro romano ed in quello abruzzese, che già sin dall'anno precedente avevano avuto piogge estremamente scarse.

Un comportamento paradossale s'è prodotto nel periodo 1942-49, contraddistinto da eccezionale e continuata insufficienza di piogge autunno-invernali (tanto da ritrovare, negli scassati, la più drastica aridità negli strati profondi in terreni argillosi dell'Agro romano). Alla fine di tal periodo s'è constatato che hanno sofferto più i peri innestati su pero selvatico, dalle radici, fittonanti e profonde, che non quelli innestati su cotogno, perchè quest'ultimi, avendo l'apparato radicale superficiale ramificato ed invadente, potevano almeno fruire di un lieve beneficio dalle poche pioggerelle.

Cose viste e... patite.

Uno dei più salienti esempi di incresciosa e rapida rovina provocata dalla protratta siccità, malgrado la buona conduzione, è il frutteto di tipo industriale dell'Opera Nazionale Combattenti, impiantato a Sabaudia nel 1934. Pur essendo in terreno sciolto e profondo, per le tristi vicissitudini stagionali delle siccitose annate, dopo un rapido decadimento progressivo ha dovuto essere divelto; ma non è il solo: moltissimi impianti costituiti in Agro romano, in seguito alla legge speciale del 1926 proponente e incoraggiante i piccoli frutteti famigliari, sono andati in rovina.

Non è, o non è sempre, questione di insipienza o trascuratezza dei conduttori. Sian essi funzionari di Istituti o gestori privati, almeno questi indubbiamente interessatissimi, si tratta di eventi trascendenti e incontenibili, che dominano le deboli provvidenze degli artifici umani. Checchè ne pensino alcuni non abbronzati padreterni della frutticoltura, ingegno e tecnica poco possono in cotali casi.

IL RITARDO DI MATURAZIONE DEI FRUTTI

Un fenomeno meno noto, dovuto alla siccità e indirettamente causato dalla precoce caduta delle foglie ch'essa provoca, ed alla lentezza degli scambi organici, determinata dalla deficienza d'acqua nei tessuti, è quello della ritardata maturazione delle frutta.

Di prim'acchito non sembra giustificato il ritardo di maturazione delle pere in regime caldo-arido rispetto a quelle d'identica varietà coltivate nelle zone settentrionali; ma ha la sua ragione. Gli scambi organici hanno per veicolo l'acqua, primario costituente nella linfa circolante. Allorchè per estrema scarsità d'acqua tale circolazione viene ridotta al minimo, la maturazione ritarda. Più fa caldo e più il ritardo si fa ingente: sembra un paradosso, ma è un fatto accertato.

Esperimenti compiuti nel 1933-35 al Campo sperimentale di Grottarossa, in terreno di « cappellaccio », completamente scassato a 70-80 cm. di profondità, attestano che le pere « William » maturano in media verso il 10 ottobre, mentre in provincia di Varese la maturazione avviene verso l'ultima settimana di agosto * ed in Emilia ancora qualche giorno prima.

Il fenomeno ha riscontri numerosi anche in altre varietà, ma la « William », di nordica origine, è la più sensibile. D'altra parte non è limitato al pero; esso si manifesta pure nella vite ed è riscontrabile anche nel frumento prossimo alla maturazione, oltrechè in altre biade, che accelerano la maturazione se in quell'epoca interviene una pioggia, sia pur lieve, che dà l'ultima « lavata » agli elementi plastici residui ancora contenuti nel culmo prossimo a disseccarsi.

Una verifica sperimentale a rovescio si realizza nelle varietà precoci d'uve da tavola che i coltivatori riescono a portare al mercato col vantaggio di una settimana e più, prodigando loro nel luglio l'irrigazione a pioggia.

L'Unterkofler di Bolzano, valentissimo coltivatore, è un apostolo entusiasta di questo metodo, che ben gli ripaga le maggiori spese. D'altra parte, ritornando ai peri, la semplice irrigazione, purchè sufficiente, dà sensibile anticipo di maturazione.

SBALZI TERMICI E CONDENSAZIONI NOTTURNE

Chi non ci vive o non vi ha vissuto non può credere alle forti condensazioni di vapore acqueo che, sotto forma di rugiade abbondantissime e di nebbie mattutine estive, si formano nelle pianure centro-meridionali disalberate.

Nebbie e rugiade, se costituiscono un ristoro provvidenziale per le piante tutte, sono assai nocive per quelle coltivate in genere: il pero non fa eccezione. La forma fungina che le rugiade favoriscono maggiormente è il *Fusicladium pyrinum*, che invade frutti e foglie, deturpando gravemente i primi, sino a formarvi crepe ed avvallamenti nerastri e sclerotici, e facendo cadere prematuramente le seconde.

È ben vero che questa malattia crittogamica, chiamata volgarmente « ticchiolatura » si può combattere: ma con le forti rugiade la probabilità d'infezione è molto maggiore che non in ambienti setten-

* PIROVANO, A. L'acqua e la maturazione delle frutta. *L'Italia Agricola*, 1932, LXIX, 5.



FIG. 2. — La nebbia mattutina del 23 giugno 1930 che, alle ore 10, non consentiva la visibilità del frutteto oltre i 30 metri.

trionali, muniti di alberature (gelsi, olmi, ecc.), dove durante l'estate le notti sono più brevi e di conseguenza le rugiade meno copiose.

Nelle pianure caratteristicamente ondulate e spoglie dei dintorni di Roma, attorno al 42° parallelo, precipuamente per l'assenza d'ogni alberatura la cui azione equilibratrice termica è fuori dubbio*, si hanno forti raffreddamenti notturni i quali provocano ingenti condensazioni di vapor acqueo, dando luogo nelle ore mattutine a copiosissime rugiade, molto spesso aggravate, nei riguardi crittogamici, da nebbie primaverili ed estive più o meno fitte, che ostacolano l'asciugamento delle foglie roride, permettendo alle spore dei parassiti fungini di germinare e d'entrare attraverso gli stomi nelle foglie e nell'epidermide dei frutti**.

* PAVARI, A. Influenza dei boschi mediterranei sul clima. *Atti Accad. Georgofili*, 1936.

** PIROVANO, A. Popolare l'Agro di alberi. *Meridiano di Roma*, 23 genn. 1937.

Ecco uno specchietto dell'andamento drosologico d'una annata piovosa:

Nebbie e forti rugiade primaverili-estive registrate al campo sperimentale di Grottarossa nel 1937:

Maggio	14	Pioggia mm. 18,2	Luglio	5	Pioggia mm. 7,5
»	16	Nebbia	»	8	Nebbia fortissima
»	17	Nebbia	»	14	Nebbia
»	25	Pioggia mm. 5,1	»	22	Rugiada forte
»	27	Nebbia	»	23	Nebbia
»	28	Pioggia mm. 45,3	»	26	Nebbia fortissima
Giugno	1	Nebbia	»	30	Nebbia
»	8	Nebbia	»	31	Nebbia indi pioggia
»	13	Nebbia		mm. 26,2	
»	16	Pioggia mm. 18,2	Agosto	7	Nebbia
»	17	Nebbia	»	8	Nebbia
»	18	Rugiada copiosissima	»	9	Nebbia
»	20	»	»	28	Nebbia
»	21	»	»	30	Nebbia indi pioggia
»	26	Nebbia		mm. 31,8	

Adunque, nel periodo di grande attività vegetativa, si son avute 19 nebbie delle quali due fortissime, svanite verso le ore 10 solari.

La pratica del debbio concorre — d'altra parte — ad accentuare le massime termiche diurne: l'assenza d'alberature cospira alla piena libertà d'irradiazione notturna verso gli spazi siderei, cosicchè quando l'aria è calma ed il cielo sereno, le condensazioni mattutine di vapore acqueo sono inevitabili. Nelle depressioni del terreno sono più intense, in quanto l'aria più fredda tende ad abbassarsi.

Il forte raffreddamento provoca altresì reazioni abortive ben studiate e magnificamente illustrate da Manzoni* e da me pure riscontrate.

C'è pure da tener conto dell'aborto embrionale che nei fruttiferi in genere può prodursi, pur senza raggiungere la temperatura di 0° C.: bastano le basse temperature a carattere ricorrente.

In terre senza chiome il clima diventa paradiseristico poichè gli manca lo smorzamento termico compensativo, che può definirsi l'effetto coltre prodotto dalle chiome. Chi conosce la regione soltanto per saltuarie visite non si rende conto della gravità degli effetti che tal clima comporta, soprattutto in piena campagna.

* MANZONI, L. Osservazioni sulle frutta colpite da gelo nella primavera 1938. *Note di Frutticoltura*, Pistoia, 1938, VIII, 4.

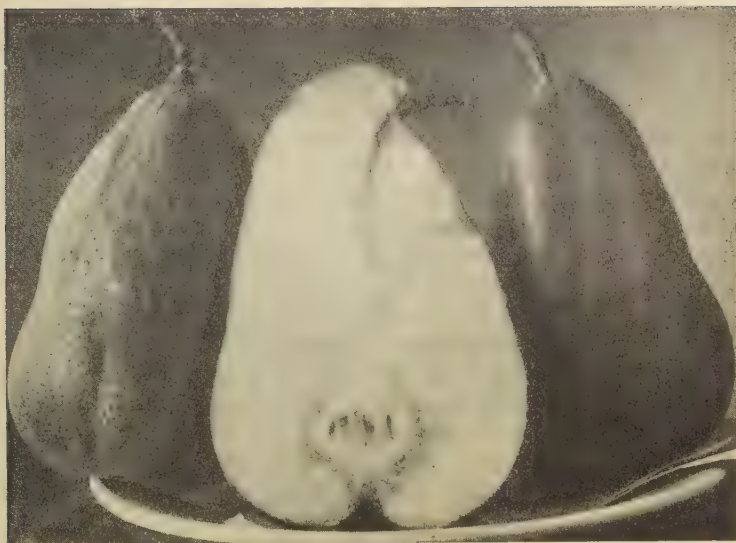


FIG. 3. — Frutti di « Butirra Claireau » dai semi abortiti in seguito a sbalzi di temperatura, con la correlativa deformazione verso il peduncolo.

Eccone un esempio, tratto dalle osservazioni della stazione meteorologica di Grottarossa allora funzionante:

18	maggio	1937:	temperatura	minima	0° C.	(brinata lieve in basso)
20	»	»	»	massima	38° C.	(all'ombra)
23	»	»	»	minima	1° C.	

Da ciò una ben evidente — seppur rara — cagione di perdita o infezioni dei frutti; perdita impossibile a verificarsi a tal epoca nelle regioni settentrionali ove la barriera delle Alpi e la frequenza di albe-rature smorzano le temperature estreme.

Per dare un'idea concreta mi riferisco al costo dei trattamenti anticrittogamici, basandomi sull'esperinza vissuta.

In Lombardia, dove le nebbie invernali sono frequenti e densissime, ma in estate se n'è vista, a memoria d'uomo, una sola (il 15 giugno 1915) la met à dei trattamenti anticrittogamici ordinariamente prodigati in Agro romano tipico sono sufficienti a preservare i frutteti. La zona collinosa fortunatissima dei Castelli romani non ha nulla a che vedere con le vicissitudini della pianura, ondulata o meno, che si stende attorno a Roma sino al Circeo.

Le nebbie estive hanno un altro dannoso effetto, analogo a quello che, per esse, si esplica, in modo più evidente e grave, nella vite nella

quale esse generano la colatura completa dei grappoli. Il danno da nebbia sussiste anche per le pere quand'è concomitante alla forte umidità del terreno.

Il meccanismo di questo fenomeno è stato ben studiato nell'Istituto, che dirigo, mediante esperimenti istologici. In sezioni longitudinali condotte nella zona comprendente l'inserzione del peduncolo alla lamburda, di consistenza legnosa, si osserva il brusco cambiamento di forma, grandezza e disposizione degli strati di cellule all'attacco del peduncolo. Ivi è il punto debole; il tallone d'Achille *. Infatti, alcuni giorni dopo una forte nebbia estiva si verifica sempre un'accentuata cascola di frutti, staccantisi precisamente da quel punto.

Verosimilmente l'eccesso di turgore, in regime d'evaporazione bloccato dalla nebbia e dalla conseguente rugiada copiosissima e persistente che l'accompagna, fa anormalmente impinguare tutte le cellule: quelle di più labile costituzione, situate al punto d'attacco del peduncolo (fig. 4) risentono maggiormente, pur senza rompersi, l'effetto iperidratante. La reazione segue dopo pochi giorni e si traduce nel distacco del frutto.

Secondo Cortvriendt e Van Onsem ** «la caduta (prima del completo sviluppo del frutto) ha luogo, perchè alla base del peduncolo s'è formata una assisa separatrice di tale struttura che la minima azione meccanica (peso del frutto, colpo di vento) causi la rottura ». Tale, o poco diversa, è l'opinione dei più.

Le nostre indagini hanno invece condotto a provare che questa assisa, già esiste per costituzione anatomica normale. L'ipertensione da pletora idrica non forma niente di nuovo, ma fa sì che questa assisa, o strato connettivo di grosse cellule tondeggianti situate al punto d'inserzione peduncolare, si disgreghi in seguito a reazione contrattiva conseguente all'impinguamento anormale subito.

Infatti le cellule dell'assisa, nei peduncoli prossimi a staccarsi, assumono un aspetto che si direbbe « farinoso », dovuto alla contrazione delle cellule stesse, che appaiono isolate l'una dall'altra: donde l'inconsistenza del tessuto e la caduta dei frutti.

L'argomento che qui tratto mi sembra degno d'attenzione e di plurime prove. Ben dice Pantanelli ***: « È indubbio che gli

* PIROVANO, A. Sovratensioni critiche e colatura. *L'Italia Agricola*, 1935, LXXII, 3.

** CORTVRIENDT et VAN ONSEM. Les hormones et leurs applications principales dans l'horticulture. *Revue d'Agriculture*, 1949.

*** PANTANELLI, E. Rapporto fra clima e vegetazione a Bari. Perugia, Donnini ed., 1937.

elevati valori dell'umidità dal tramonto sino a qualche ora dopo l'aurora e il forte sbalzo quotidiano (di temperatura) hanno per la vegetazione una importanza che era sfuggita sinora ».

Che cotali sbalzi lascino una ripercussione che si riverbera sulla produzione del seme e persino sulla sterilità ereditaria è stato messo



FIG. 4. — Sezione trasversale di due piccioli di pere attaccati alla lamburda con il caratteristico strato di cellule sferoidali all'inserzione (ingrand. 20 volte).

in luce da Kostoff* agendo sul peperone in regime artificiale controllato di temperatura.

Ora, coi trattamenti all'acido β -naftilacetico e suoi derivati, spruzzati o, per far meglio, nebulizzati sui frutti e loro peduncoli, si arriva a contenere in limiti modesti la cascata dei frutti in molte varietà. Il meccanismo d'azione di tale acido, degli acidi similari e loro sali, comparabili

agli « ormoni di crescita » ed impiegati anche per agevolare il radicamento delle talee, sarebbe appunto quello di improvvisare « ponti di agganciamento » attraverso l'assisa cellulare connettiva fragile della quale s'è fatto parola.

Questi studi verranno impostati nella prossima stagione con diversi tipi di prodotti cosiddetti ormonici, derivati da sintesi chimiche.

Le colture piricole in Agro romano si trovano pertanto in un perpetuo e scabroso dilemma; se non piove — come generalmente avviene durante l'estate — raramente si hanno nebbie; ma danno da siccità, se no le nebbie non mancano. Va ancora detto che queste si formano senza essere precedute da piogge locali; basta che piovra nelle vicinanze. Ordinariamente si dissipano nelle prime ore del mattino, verso le ore 8-9 solari; ma in qualche caso durano fino alle 10 **.

* KOSTOFF, D. Sterility in pepper. Ministry of Agric., Sofia, 1931.

** PIROVANO, A. Terra senza chiome. *Realtà*, Roma, 1945, nn. 11-12.

INTERREAZIONE FRA SOGGETTO E INNESTO

È ben vero che la pianta innestata deve considerarsi una simbiosi da valutare nel suo assieme, nella sua compensativa mutualità inter-reagente, come Daniel* ha dimostrato con esempi tratti da innesti di piante erbacee; ma cotale simbiosi non elimina del tutto il fatto principe, cioè il rapporto più o meno scompensato fra soggetto alimentante e marza depauperante nel senso fisiologico più sopra considerato.

L'interreazione fra soggetto ed innesto sussiste, ma non può neutralizzare lo scompenso della forte evaporazione e del carico di frutta dell'innesto se non in limiti assai discreti.

Facciamo qualche esempio.

Se noi innestiamo un melo comune, di varietà vigorosa, su melo paradiso, notoriamente nano e lento a vegetare, abbiamo per risultato di affievolire *r e l a t i v a m e n t e* la vegetazione del melo vigoroso impiegato come marza; ma se andiamo a confrontare dopo alcuni anni quel melo innestato con un melo paradiso della medesima età lasciato senza innesto per controllo, constateremo che questo è rimasto miserrimo al confronto.

Il vigore del melo nostrale è invece fortemente frenato come risulta da nostre esperienze**, se si innesta *m o l t o i n a l t o* il melo paradiso, in modo che gli scambi di linfa fra soggetto ed innesto, e viceversa, abbiano a percorrere buon tratto di tronco dei tessuti più serrati del melo paradiso. Se no l'innesto su paradiso giova poco o per poco, tanto che *L o r e t t e* ed altri raccomandano il trapianto triennale per infrenare il folleggiamento dei meli innestati su paradiso.

Che fra marza ed innesto, particolarmente nelle Rosacee alle quali il pero appartiene, ci sia una breve zona d'interscambio è dimostrato dallo « sport » apparso nel pero di *N o m b l o t - B r u n e a u*, dal nostro « Curato » a epidermide rossa per effetto dell'innesto di « Butirra Clairgeau » che sopporta, dai *Crataegomespilus* di *B r o n v a u x*, di *M a n a r e s i* e nostri (in seguito ad una forte grandinata maggenga del 1917 un vivaio di nespoli innestati su biancospino, tagliati al piede in pieno turgore, hanno ripullulato dando una vasta

* DANIEL, L. Les variations dans la greffe. Paris, Masson éd., 1892, p. 132.

** PIROVANO, A. Induzione di precocità ed anomalie in meli innestati, ecc. *L'Italia Agricola*, 1941, LXXVIII, 12.

gamma di forme intermedie). Questo interscambio limitato a brevi distanze dal punto d'innesto spiega la vigoria dei paradisi innestati con meli normali vigorosi da frutto.

Per il pero rimane sempre il fatto che quand'anche sia innestato sul miglior soggetto xerofilo, la chioma dell'innesto rimane coi suoi attributi idrovori e s'avvale sino ad un certo grado del soccorso che le radici del soggetto le posson dare, come in principio di questa nota con altra argomentazione ho cercato di dimostrare.

IL COMPENSO DELL'ALTITUDINE

L'altitudine, nei climi caldi, è il naturale coefficiente di smorzamento alle acme di calore delle giornate canicolari *.

A pochi chilometri di distanza da pianure nude e roventi, in collina, verso i 250 m. s/m e meglio ancora in altitudini più elevate, le cose vanno ben diversamente: ivi la temperatura è più costante e le minime notturne non rasentano i limiti critici di condensazione del vapore acqueo, Boschi, oliveti, cortine arborate, castagneti si alternano o sovrastano alle colture viticole ed orticole umettando l'aria per la traspirazione di tanto e denso fogliame nei giorni di scirocco e di favonio attenuando, per l'evaporazione che produce il fogliame stesso, l'aridità e la temperatura di tali venti presentemente diventati più drastici dopo il malaugurato estirpamento della foresta di Terracina.

Già nella ridente e verde Umbria, che col Lazio confina, ma per la vicinanza di gruppi montuosi ed arborati fruisce di notevoli piogge e un po' meglio distribuite, il pero comincia ad essere a miglior agio.

Però, in uno studio ben condotto di Rossi si apprende che il miglior frutteto della regione è situato a 600 m. s/m. sul monte Subasio *, dove è maggiore frescura.

Un pereto più che secolare, notevolmente vasto e tuttavia prospero e sano, benchè senza cure particolari, esiste a Petrella Liri (L'Aquila) all'altitudine di 900-1000 m. s/m, rimpetto alle sorgenti del Liri.

L'altitudine conferisce praticamente una immunità al *Fusicladium* nè si trovano tracce di danni da *Cydia pomonella* nè da *Oplo-campa*, nè da altri insetti: inoltre i frutti assumono aspetto rutilante e brillante tutto particolare, oltre al miglior aroma.

In alta Italia si nota già differenza di coloritura e di salute aerea nei pereti con differenze d'altitudine di 150-200 m. l'un dall'altro.

* Rossi, F. La frutticoltura in Umbria. Perugia, Istituto di Coltivazioni Arboree, 1942.

Sull'Etna, attorno ai 1000 metri di altitudine prosperano, sani e baldi, senza cure, ottime se pur ristrette colture di peri. L'altitudine e le più frequenti piogge che la grande montagna provoca, per la nota legge degli acrocori, porta l'ambiente a condizioni climatiche simili a quelle dell'Europa media, ove il pero è in fase ottimale.

Non è da escludere che in terreni freschi e profondi, bene e sufficientemente imbibiti o meglio ancora irrigui... di fatto, la coltura del pero possa presentare possibilità e dare un utile aziendale anche nel Mezzogiorno, particolarmente in località difese dai venti ove non ci sia la *Ceratitis capitata*. C'è qualche dato a favore della miglior qualità e soprattutto del miglior aroma dei frutti maturati sotto il più caldo sole, come appare dalle seguenti analisi comparative.

Pere «Butirra Clairegeau» raccolte da giovani piante ed analizzate a completa maturazione (analisi della Stazione chimico- agraria sperimentale di Roma)

	Pere di Belgirate (Novara)	Pere di Grottarossa (Roma)
Umidità %	80,25	75,60
Acidità espressa in acido malico	0,102 %	0,084 %
Zuccheri riduttori	9,95 %	10,37 %
Saccarosio	0,52 %	0,60 %
Zuccheri dopo inversione . . .	10,50 %	11,00 %
Alcool	assente	assente
Eteri volatili	0,006	0,012
Zuccheri acidità =	102	131

Dove il rapporto degli eteri, che conferiscono gli aromi, è di 1 : 2, il che è notevole.

II. MARCIUME DA IPERIDRATAZIONE

Però a sfavore dei peri coltivati in regioni centro-meridionali, in regime asciutto, c'è qualcosa ancora, che non sempre si realizza, ma può produrre danni gravissimi.

Il sopraggiungere di piogge autunnali su pereti che hanno sofferto per aridità provoca sulle frutta tardive, che si trovano ancora sulla pianta per completare la maturazione, un troppo rapido ingrossamento.

Spinta dalle radici sitibonde dopo il ristoro della pioggia, la linfa assorbita non avendo altro sbocco urge e rigurgita soprattutto ai frutti, dato che la pianta si trova defogliata o quasi, provoca in essi una iperidratazione che fa rapidamente ingrossare i frutti già induriti, che avevano segnato il passo. La loro epidermide non fa in tempo a crescere in proporzione all'ingrossamento



FIG. 5. — Microfotografia dello strato epidermico di pera « Passa Crassana » mostrante la soluzione di continuità per la quale si infetta.

dove la formazione di piccolissime screpolature di dimensioni microscopiche nell'epidermide stessa, particolarmente nelle adiacenze del calice (fig. 5).

Per minutissime che siano, dalle screpolature hanno modo d'entrare e prendere contatto con le cellule del mesocarpo i fungilli più comuni (*Alternaria tenuis*, *Penicillium glaucum*) ed altre crittogame comuni le cui spore si trovano nell'aria e particolarmente nei fruttai, come risulta dai nostri studi fatti in collaborazione con la dott. Celestre e con la Stazione di Patologia vegetale di Roma nel 1940-41 *.

In seguito a tali non visibili infezioni le pere invernali, anche se raccolte sane, marciscono in fruttajo prima della loro maturazione. Nelle pere « Passa Crassana » che sono fra le più soggette a tal forma di screpolatura infettante, s'arrivò nel 1941 alla perdita del 76 %, precisamente nei frutti di pezzatura più grossa, che sono i più idratati e pertanto ipertesi nella loro epidermide. Non molto minore fu il danno nelle « Bergamotta Espéren ».

Perdita gravissima, dunque, e senza rimedio, perchè anche le pere insacchettate subiscono la stessa sorte, come — ahimè! — abbiamo dovuto constatare, spendendo in carta e manodopera senza vantaggio.

Questa forma d'infezione è stata riscontrata talvolta anche in frutteti settentrionali, ma assai raramente ed in proporzioni modeste, per non dire trascurabili: è parso però che l'eccessiva concimazione azotata concorra a provocare od aggravare l'infettazione delle pere invernali.

* CELESTRE, M. R. Ricerche su un marciume delle pere. *Riv. di Patol. vegetale*, 1941, fasc. 5-6.

I DANNI DEL VENTO

Un notevole danneggiamento, che si riscontra annualmente nei frutteti situati in zone disalberate, è quello dovuto al vento.

A fine estate, al volgere della stagione verso il più mite autunno, il vento, che in un caso ha raggiunto anche i 120 km. all'ora, strappa molte pere anche nei frutteti intensivi a forme basse (cordoni e vasi bassi).

In tal caso i frangiventi adeguati, fatti con *Ligustrum ovalifolium*, attenuano molto il danno, ma occorre siano fitti, ed allora si viene a decurtare il reddito. Molto raccomandabili per la loro rusticità, modica spesa, rapidità di sviluppo e relativa contenutezza dell'espansione radicale sono i cipressi dell'Arizona; ma lascio la parola agli specialisti*.

Riferendosi al Piemonte, che pure ha già per frangivento le Alpi, Chiej-Gamacchio dice molto bene, a proposito, che «le piante da frutto trovano le condizioni più favorevoli per la loro vegetazione solo in alcune delle dette esposizioni»**. Figurarsi quando ci si allontana dalla loro alta cerchia!

I LENIMENTI TECNICI

Un artificio ben ideato per attenuare la eccessiva luminosità, e con questa ridurre l'evaporazione nei climi aridi, è quello delle cortine di viti intercalate a lunga spaziatura e stese sopra le colture di peri. Il sistema ideato da Scaramuzzi ed applicato nelle Puglie ha dato, almeno all'esordio, buoni risultati***.

La adeguazione di una razionale potatura può concorrere a controbilanciare, sino ad un certo punto, la scarsità d'acqua. Sono particolarmente le potature estive che, sopprimendo buona parte degli apici vegetativi più teneri, epperò maggiormente soggetti ad attiva traspirazione, possono concorrere a moderare o procrastinare il fallimento del bilancio idrico in clima caldo-arido.

Non è qui luogo di entrare in merito ai vari metodi di potatura, dall'antica proposta di Hardy alla rivoluzionaria e mirabolante

* PAVARI, A. Frangiventi e alberature nell'Italia centro-meridionale; LEONE, G. Importanza dei frangiventi nella produzione agricola. *L'Italia Agricola*, 1940, n. 3.

** CHIEJ-GAMACCHIO. Frutticoltura comparata. Società Colt. e Propriet. *Quaderno Agr.*, n. 19.

*** SCARAMUZZI. Il pero nel Mezzogiorno. Bari, La Grafica, 1939.

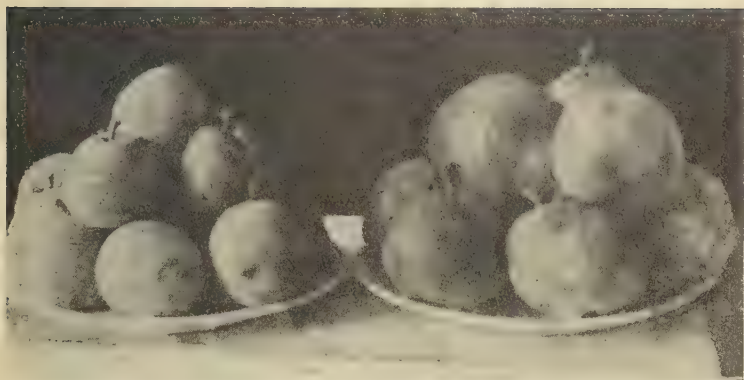


FIG. 6. — Pere «Decana d'inverno». A destra: da piante irrigate regolarmente. A sinistra: da piante non irrigate, allevate nel medesimo terreno. (Grottarossa, 1947).

del Lorette, miracolosa nel suo ambiente ed alle tante cui essa ha dato origine, con compromessi più o meno sostanziali e più o meno armonizzanti coi diversi ambienti, e con l'esigenza specifica delle varietà *. Ma è ben assodata l'utilità delle potature estive per l'economia idrica, oltre che per la predisposizione alla fruttificazione futura.

La soluzione del problema più semplice e razionale per la coltura del pero in clima caldo-arido è però sempre l'irrigazione, ovunque sia possibile ed economicamente vantaggiosa, nel senso di non richiedere per l'elevazione dell'acqua un esagerato e costoso dispendio d'energia, col Kwh. ai prezzi attuali.

L'irrigazione — e soprattutto quella a pioggia, la più aderente alla impareggiabile provvidenza di Natura — è l'agente compensatore che annichila gli inconvenienti dell'aridità: ed è proprio con l'irrigazione che è reso possibile non soltanto competere, ma emulare i prodotti delle zone più favorite, in quanto la simultanea presenza d'acqua e di calore costituisce maggior stimolo vegetativo per le piante tutte ed il pero non è certo escluso dalle leggi generali della fisiologia vegetale.

Trentin, nella X edizione del suo buon manuale «Frutticoltura» a pagina 122, fa varie ed assennate considerazioni sulla differenza fra frutta da piante irrigate e non, concludendo che in colture aride, oltre la forte cascola e la contrazione di peso si ottengono

* PIROVANO, A. Visuali sintetiche sulle potature. *Giorn. d'Agric.*, 1935, XLIV, 6.

frutta « legnose ». Infatti, le pareti cellulari della massa polposa in luogo di convertire la cellulosa in pectina rimangono sclerotiche.

Bisogna però che l'acqua sia fornita a tempo: prima che s'inizi la defogliazione, ed in quantità sufficiente, onde abbia ad imbibire tutto lo strato nel quale si diramano le radici, che da nostri esperimenti attestano di raggiungere in terreni ben scassati la profondità di 80 cm. anche se i peri sono innestati su cotogno. Sul franco, poi, si può dire che non ci sia limite: questo è determinato più che altro dalla presenza d'aria nel sottosuolo. In una cava di ghiaia riempita di sassi e detriti vari ho trovato radici alla profondità di 3-4 m. Caso specialissimo, certamente, ma ammonitore; perchè nulla di peggio che fornire acqua in superficie quando è arido il resto dello strato di terra che s'è scassato.

Dunque, acqua a sufficienza, possibilmente nelle ore fresche o di notte e prima che l'aridità provochi l'inizio della defogliazione, per evitare turbe da contraccolpo nella funzione metabolica nelle piante che si preparano alla sincopa vegetativa da siccità.

Questo detto, si deve ammettere che dalle colture di peri nell'Italia centro-meridionale è possibile avere buoni risultati e frutti eccellenti in colture ben condotte, anche in pianura e senza irrigazione: tutto sta che le piogge e la loro distribuzione nell'estate, per una data località, riescano adeguate ai requisiti minimi della specie e non siano troppo spesso seguite da nebbie mattutine, come avviene in molte ubicazioni poco felici.

In un conto economico bisogna però vedere con quale frequenza si realizzano le condizioni favorevoli, particolarmente quando si tratta di varietà autunno-invernali. E dopo questo fare il conto delle ricorrenze favorevoli che si offrono alle coltivazioni concorrenti più o meno vicine.

GLI APPORTI GENETICI

La genetica piricola, non soltanto per quanto concerne la compensazione o correzione di eventuali difetti mediante l'incrocio di tipi dai caratteri complementari, ma soprattutto perchè da tali « mosaici viventi » si possono selezionare le varietà più adatte al nostro clima, attualmente non è applicata al pero che da pochissimi seminatori. Richiede da 3 a 5 lustri prima di dare i primi frutti; ma su circa 3000 soggetti prodotti nei decorsi anni dall'Istituto di Frutticoltura e di Elettrogenetica di Roma già sono emersi alcuni tipi che presentano superiori, notevoli od apprezzabili qualità al confronto delle varietà



FIG. 7. — Il miglior esemplare di pera « Passa Crassana » (gr. 1150), coltivata a Grottarossa senza irrigazione in favorevole annata ($1\frac{1}{2}$ gr. nat.).

straniere sinora usualmente coltivate. Manchiamo di varietà italiane tardive, oltre la « Spina », le « Madernasse » e poche altre varietà.

Ne ho dato particolareggiate notizie in una conferenza tenuta alla Camera di Commercio di Bologna nel novembre 1948 ed al III Congresso di Frutticoltura di Ferrara nell'ottobre 1949, nonché in qualche pubblicazione *. Va però detto che la selezione di popolazioni derivanti da incroci di peri fatta in ambiente caldo-arido può dare solo un'idea della loro edulità. Per gli altri caratteri (forma, colore della epidermide, ecc.) può trarre in inganno. Ad esempio, la nostra varietà « 88 », che a Roma è color ruggine-nocciola omogeneo, in Lombardia è verde-giallognolo e rossa all'insolazione; la « 1938 », cilindrica verde-paglierino listata ruggine, a Roma, è colà panciuta, gialla, senza listatura e così via.

Ciò nondimeno la rielaborazione genetica di nostri buoni tipi di peri con varietà di origine straniera ha già dato e darà nuove varietà armonizzanti anche coi climi meridionali.

* PIROVANO, A. Le pere da seme e la loro lenta metaforfosi. *Rivista Soc. Tosc. di Orticol.*, 1941, XXVI, 12. IDEM. Le genetica del pero. *Rivista di Frutticolt.*, X, 1.

RIASSUNTO

L'A., richiamandosi all'origine del pero coltivato ed alla sua area di migliore adattamento nella quale sono state selezionate le principali varietà coltivate, mette in rilievo la forte differenza che esiste fra l'*habitus* delle stesse e quello del perastro selvatico usualmente impiegato per porta innesto nel clima caldo-arido. Il perastro è in armonia con detto clima sinchè ha le sue piccole foglie; ma allorchè è innestato con varietà gentili assai produttive l'equilibrio idrico fra assorbimento radicale ed evaporazione, alla quale s'aggiunge il forte carico di frutti, non sussiste più, e si ha defogliazione. Questa mette le piante in riposo anticipato, sicchè alle prime piogge autunnali si ha vegetazione e fioritura fuori tempo, con pregiudizio economico e fisiologico sulla vegetazione e fruttificazione seguente.

La forte siccità è pure causa di ritardo assai notevole nella maturazione delle pere.

L'ambiente particolare delle pianure centro-meridionali d'Italia, disalberate in gran parte, provoca un clima paradesertico con frequenti abbondantissime rugiade e spesso anche nebbie estive, fomite d'infezioni fungine e di cascola dei frutti. Di tale fenomeno viene data una interpretazione attendibile sulla base di reperti istologici.

È pure segnalata la causa microtraumatica di un marciume delle pere tardive che si produce negli autunni piovosi che seguono a forti siccità estive, e vien dato uno schema delle provvidenze principali da adottare nei climi aridi per attenuare i danni della siccità nelle colture piricole, giudicate però poco convenienti in senso economico.

SUMMARY

THE PRACTICAL LIMITS OF THE CULTURE OF THE PEAR IN A HOT ARID CLIMATE

by ALBERTO PIROVANO

The author recalls the origin of the cultivated pear and the area of its best adaptation in which the principal cultivated varieties have been selected. He emphasizes the strong difference which exists between this *habitus* of the cultivated pear and that of the wild pear,

which is usually employed as graft bearer in a hot, arid climate. The wild pear is in harmony with this climate, since it has small leaves, but as soon as it is grafted with very productive refined varieties the hydric equilibrium between root absorption and evaporation, to which is now added the strong load of fruit, ceases to exist and defoliation takes place. This puts the plant in a state of rest ahead of time, so that in the first autumnal rains it produces vegetation and flowers out of season, to the economic and physiological prejudice of future vegetation and fructification.

Great dryness also causes notable delay in the maturing of the pear.

The particular environment of the centro-meridional plateaus of Italy, which are for the most part treeless, has created a semi-desert climate with frequent, very abundant dews, and summer fogs, which encourage fungous infections and fall of fruit. A tenable interpretation of such a phenomenon has been given on the basis of histological findings.

The author points out that there is a micro-traumatic cause of the rotting of late pears which occurs in rainy autumns following very dry summers. He lists the principal measures to follow in arid climates to lessen the damages caused by dryness in pear cultivation, which he does not, however, judge to be very advantageous economically.

B. MAYMONE, A. BATTAGLINI e M. TIBERIO

RICERCHE SULLA DIGERIBILITÀ E SUL VALORE NUTRITIVO DEI CASCAMI DELLA LAVORAZIONE INDUSTRIALE DEL COROZO AMERICANO (*PHYTELEPHAS* SPP.) E DEL COROZO DUM (*HYPHAENE* SPP.)

SOMMARIO: 1. - Introduzione. 2. - Composizione chimica. 3. - Digeribilità dei cascami di corozo americano. 4. - Digeribilità dei cascami di corozo dum. 5. - Valore nutritivo dei cascami di corozo. 6. - Conclusioni. - Riassunto. - Summary. - Bibliografia.

I. - INTRODUZIONE

Il nome di **c o r o z o** o avorio vegetale è dato, commercialmente, all'endosperma assai duro e fibroso dei semi di alcune palme appartenenti ai generi *Phytelephas* ed *Hyphaene*.

Le specie appartenenti al genere *Phytelephas* (*Phyt. macrocarpa* Ruiz et Pav., *Phyt. microcarpa* Ruiz et Pav., ecc.) sono proprie delle regioni tropicali e subtropicali dell'America (Equatore, Colombia, Perù, ecc.); mentre le palme appartenenti al genere *Hyphaene* (*H. thebaica* Mart., *H. nodularia* Becc., *H. benadirensis* Becc., ecc.), denominate **palme dum**, si trovano diffuse in grandi aggregati nell'Eritrea, nel Benadir, nel Madagascar, ed in altre regioni dell'Africa.

Il corozo si ottiene anche dall'endosperma dei semi di alcune palme della Polinesia appartenenti al genere *Makoxylon* Robb., e principalmente dal *M. amicarum* Becc., ma l'importanza commerciale di questo tipo di corozo è minima.

I semi (figg. 1 e 2) dai quali si ricava il corozo, aventi forma e grandezza variabile da una castagna ad un grosso uovo, sono posti in commercio con denominazioni differenti a seconda della provenienza e della grossezza (piccoli di Guajaquil, di Savanille, ecc., medi delle

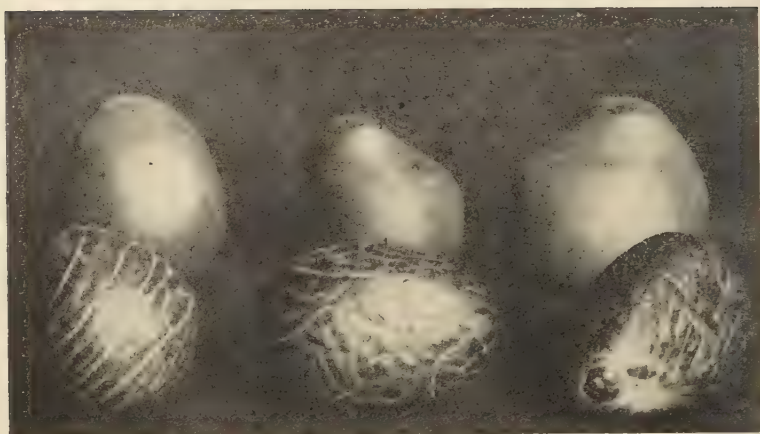


FIG. 1. — In primo piano: seme di *Phytalephas* sp.
In secondo piano: seme di *Hyphaene* sp.

Amazzoni, grossi di Tahiti, acuminati di Coquillos, ecc.), e ciascuno dei tipi risponde per lo più a esigenze di speciali lavorazioni.

In generale il corozo americano da *Phyt. macrocarpa* Ruiz et Pav., pur essendo più costoso, è preferito per la sua bianchezza e per la maggiore resistenza.



FIG. 2. — In primo piano: seme di *Phytalephas* sp., sezionato
In secondo piano: seme di *Hyphaene* sp., sezionato.



FIG. 3. — Scarti grossi di corozo.

Dalla lavorazione industriale dei semi (figg. 3 e 4) nei bottonifici residuano i cosiddetti *s c a r t i* di corozo rappresentati da parti intere del seme ed i *c a s c a m i* costituiti da truccioli e segatura.

I cascami e gli scarti opportunamente sfarinati sono posti in commercio sotto la denominazione generica di *c a s c a m i* di *c o r o z o*. Essi risultano per la massima parte costituiti da frammenti di endosperma caratterizzati da cellule a pareti fortemente ispessite;



FIG. 4. — Scarti minuti di corozo.

frammenti di pericarpo formati da un sottilissimo strato esterno di cellule suberiformi e da uno strato interno di caratteristiche cellule a palizzata con lumen a forma di clava; frammenti di spermoderma formati da cellule arrotondate e poligonali a contenuto bruno chiaro.

Da tempo i cascami di corozo vengono impiegati come sostanze atte alla sofisticazione delle miscele di mangimi concentrati per il bestiame, dato che il corozo è tuttora considerato da alcuni autori e dalla generalità degli allevatori come un prodotto avente scarsissimo valore nutritivo per la sua apparente consistenza dura lapidea.

Nella supposizione, anzi, che il corozo fosse totalmente indigeribile esso è stato impiegato da alcuni autori e presso di noi dal P i r o c c h i (1) quale sostanza inerte rivelatrice in esperienze sulla durata della digestione dei ruminanti. Ma il fatto che la emissione di corozo nelle feci si protrae fino ad otto-dieci giorni dopo l'ultima somministrazione non significa che i frammenti di corozo emessi con le feci, analogamente a quanto è stato dimostrato per l'avena ed altri semi ritrovati apparentemente intatti nelle feci, non possano aver subito il processo digestivo e l'assorbimento dei principî nutritivi in essi contenuti pur conservando apparentemente integra buona parte della propria impalcatura cellulare.

Le esperienze compiute nel 1915, quasi contemporaneamente, da A. Morgen, C. Beyer, E. Ohlmer e Michalowsky (2) della Stazione sperimentale agraria di Hohenheim, e da C. L. Beals e J. B. Lindsey (3) nella Stazione sperimentale agraria del Massachussetts, che verranno illustrate più avanti, misero, infatti, in luce che la digeribilità dei cascami di corozo, malgrado la loro consistenza dura lapidea, è elevata qualunque ne sia la provenienza. Ma sia per il fatto che i risultati di queste esperienze, eseguite nel 1915, non ebbero la diffusione che meritavano, sia in considerazione che per i cascami di corozo prodotti in Italia, ammontanti prima della guerra a circa ql. 40.000 annui, non si posseggono dati riguardanti la digeribilità, nel 1940 ritenemmo opportuno d'istituire una serie di ricerche sulla composizione chimica e sulla digeribilità dei cascami di corozo, sulle quali riferiremo nelle pagine che seguono.

2. — COMPOSIZIONE CHIMICA

I dati che si posseggono sulla composizione centesimale dei cascami di corozo mostrano che i due principali tipi (americano e dum), differiscono essenzialmente per il contenuto percentuale in lipidi, che è minimo nell'endosperma dei semi appartenenti al genere *Phytelphas* mentre risulta elevato nell'endosperma delle palme appartenenti al genere *Hyphaene*.

G. Loges (4), che analizzò numerose varietà di corozo americano, trovò che la composizione chimica dei cascami di questo tipo di corozo varia entro i limiti riportati nella tabella I:

TABELLA I

Composizione chimica dei cascami di corozo americano secondo G. Loges

	Umidità	Protidi	Lipidi	Glucidi (Fibra grezza + estrattivi inazotati)	Ceneri
	%	%	%	%	%
Minimo	9,9	2,8	0,4	70,1	1,0
Massimo	24,8	5,9	1,1	86,7	1,1
Media	18,3	4,0	0,8	75,8	1,1

Per i cascami di corozo, provenienti in massima parte da *Phyt. macrocarpa* Ruiz et Pav., C. A. Beals e J. B. Lindsey (3) hanno invece trovato i valori riportati nella tabella II:

TABELLA II

Composizione centesimale dei cascami del corozo americano secondo C. A. Beals e J. B. Lindsey

	Umidità	Protidi grezzi	Lipidi	Fibra grezza	Ceneri	Estrattivi inazotati
	%	%	%	%	%	%
Minimo	6,13	3,94	0,60	6,13	0,80	74,17
Massimo	12,64	5,26	1,18	7,75	2,30	77,56
Media	11,39	4,63	0,92	6,89	1,80	75,09

Altri dati riguardanti la composizione chimica del corozo americano da *Phytelephas* spp. sono riportati nella tabella III:

TABELLA III

Composizione chimica del corozo americano
(*Phytelephas* spp.) secondo vari autori

	Dietrick e König	C. Brionx	A. Morgan e collabor.	C. A. Rea e B. Lindqv	A. Menozzi (1917)	Lab. Prov. It. Industria Fumo (1918)	B. Maymone e A. Battaglini ed M. Tiberto (cascami bianchi)	B. Maymone e A. Battaglini ed M. Tiberto (cascami scuri)	B. Maymone e A. Battaglini ed M. Tiberto
Umidità . . .	15,90	11,44	8,62	11,39	11,05	12,40	9,46	9,55	12,15
Protidi grezzi .	4,26	4,72	5,44	4,63	4,31	3,65	3,50	4,75	4,72
Protidi puri . .	—	—	—	—	—	—	3,27	4,34	4,05
Lipidi grezzi .	0,93	0,85	2,84	0,92	1,03	1,75	0,58	1,65	1,41
Fibra grezza .	15,78	5,85	49,48	6,89	4,20	12,70	13,18	13,11	8,18
Ceneri	1,19	1,46	2,56	1,80	1,10	1,65	1,18	1,26	1,26
Estratt. inazot.	61,94	75,68	31,06	75,00	78,31	67,85	73,10	69,68	72,28

I dati ottenuti dai vari autori per la composizione chimica del corozo americano differiscono essenzialmente per il contenuto in fibra grezza che, come vedremo in seguito, non è rappresentato da vera e propria fibra grezza, mentre i valori assegnati agli altri costituenti risultano abbastanza concordanti. La composizione chimica è in generale caratterizzata dal basso contenuto in protidi e fibra grezza e dal bassissimo contenuto in lipidi e sostanze inorganiche, cui fa riscontro una percentuale assai elevata di estrattivi inazotati.

La composizione chimica dei cascami del corozo-dum (tabella IV), per i quali si dispone di pochi dati analitici, astrazione fatta per il contenuto elevato di lipidi, cui si è accennato precedentemente, e del conseguente minore contenuto percentuale di estrattivi inazotati, non presenta differenze significative rispetto alla composizione chimica dei cascami di corozo americano.

Analogamente a quanto si è notato per i cascami di corozo americano un valore assai elevato (42,98 %) risulta assegnato da C. Morgan e collaboratori al contenuto in fibra grezza del corozo dum. Il fatto non è di facile interpretazione dato che gli autori, nelle loro esperienze, si avvalsero per la determinazione della fibra grezza del metodo Wende adottato dagli altri ricercatori cui si riferiscono i dati riportati nella tabella IV.

Composizione chimica dei cascami di corozo-dum
(*Hyphaene* spp.)

	A. Morgen e collaboratori	A. Menozzi	B. Maymone, A. Battaglini, M. Tiberio	B. Maymone, A. Battaglini, M. Tiberio
Umidità	8.50	10.35	8.87	12.14
Protidi grezzi .	5.19	4.70	5.02	4.70
Protidi puri . .	—	—	—	4.54
Lipidi grezzi . .	6.79	10.20	11.08	9.97
Fibra grezza . .	42.98	14.00	24.50	8.35
Ceneri	2.00	1.75	1.87	1.54
Estratt. inazot.	34.54	59.00	50.82	63.30

In alcune esperienze preliminari eseguite nel 1937 anche a noi occorre di trovare per la fibra grezza dei cascami di corozo dum: determinata con il metodo *Wende* il valore sensibilmente elevato (24,54 %) riportato nella tabella IV.

Ripetendo la determinazione analitica con il metodo proposto da *Küerschner e Hanak* (5) per la determinazione della fibra grezza, si ebbe il valore 22,20 %, non molto dissimile dal valore 24,54 % ottenuto con il metodo *Wende*. Un valore quasi identico, e cioè 22,30 %, si ebbe con l'applicazione del metodo *Schmidt-Hebbel* (6), basato sull'idrolisi in soluzione debolmente acida a due atmosfere di pressione. Ma adottando il metodo *König* (7), basato sull'isolamento dei componenti della parete cellulare per ebollizione prolungata in acido glicerico-solfurico (133-135°C), il contenuto in fibra grezza risultò di appena il 7,33 %.

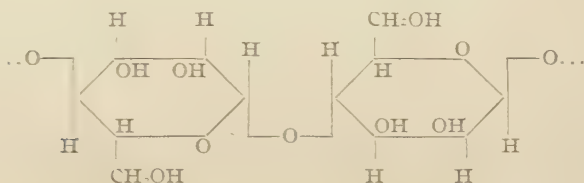
La notevole discordanza del dato analitico ottenuto con il metodo *König*, va posta in relazione alla particolare natura dei glucidi dei cascami di corozo che risultano costituiti per la massima parte da mannani. Non è da escludere, pertanto, che la sostanza determinata come fibra grezza con gli usuali metodi analitici, nel caso del corozo, risulti probabilmente costituita, nella totalità od in forte prevalenza, da frazioni di mannani aventi gradi differenti di resistenza all'idrolisi.

La probabilità che per il corozo possa non trattarsi di fibra grezza vera e propria, appare convalidata dal fatto che in essa non si riscontrano, o vi sono contenuti in minima parte, gli ordinari componenti

della fibra grezza: la lignina e la cellulosa, e che i pentosani risultano presenti in percentuale non eccedente il 3-3,5 % sulla sostanza secca.

Nelle nostre ricerche solo negli scarti scuri di corozo americano, la cui composizione è riportata nella tabella III, ci riuscì di mettere in evidenza, con l'applicazione del metodo No11 e Hoelder, la presenza di lignina nella proporzione di appena il 0,81 %, dovuta probabilmente alla ricchezza di frammenti di pericarpo presentata dagli scarti medesimi.

I mannani per la loro struttura β — glucosidica rapportabile, secondo Klages e collaboratori al tipo:



e per alcune proprietà di cui risultano dotati (insolubilità in acqua, lieve potere rotatorio levogiro in soluzione alcalina, formazione di nitroderivati, ecc.) sono composti analoghi alla cellulosa, dalla quale differiscono per la loro solubilità in alcali e perchè danno per idrolisi unicamente mannosio.

Gli estraattivi inazotati a loro volta risultano costituiti per oltre il 90 % di mannani con piccole quantità di pentosani e pectina e sono privi di amido e destrina.

Le sostanze azotate, come appare dai dati riportati nelle tabelle III e IV, sono rappresentate per oltre il 95 % da protidi puri. I lipidi, secondo A. Grun e W. Halden (8), che riportano i dati ottenuti per l'endosperma dei semi di *Hyphaene Schavian* del Madagascar, risulterebbero costituiti per la massima parte da gliceridi di acidi grassi superiori saturi con numero di iodio intorno a 21-22. Nelle ceneri dei cascami bianchi e scuri di corozo da *Phytelphas* spp. da noi analizzate il contenuto in calcio risultò pari al 6,50% ed al 5,59% corrispondenti, rispettivamente, al 0,08% e 0,07% della sostanza secca dato il bassissimo contenuto percentuale di ceneri (1,31% e 1,39% dei due campioni di cascami di corozo analizzati.

Il contenuto in fosforo nelle ceneri, alquanto più elevato, risultò pari rispettivamente al 7,2 % ed al 7,80 %, rapportabile al 0,21% ed al 0,25% della sostanza secca.

3. — DIGERIBILITÀ DEI CASCAMI DI COROZO AMERICANO (*Phytelphas* spp.)

Le prime esperienze sulla digeribilità risultano eseguite da H. Niebling (9) nel 1890. Egli trovò una digeribilità elevatissima per la fibra grezza determinata con il metodo W e e n d e e per gli estrattivi inazotati. A queste esperienze non venne prestata molta attenzione, sia perchè inserite in un lavoro generico sulla digestione artificiale, sia perchè essendo il corozo impiegato ordinariamente per l'adulterazione di altri mangimi, si negava *a priori* ad esso un reale valore nutritivo. Come già accennato le ricerche sulla digeribilità del corozo furono riprese contemporaneamente nel 1915 da C. L. Beals e J. B. Lindsey (3) nella Stazione sperimentale agraria dal Massachusetts e da A. Morgen, C. Berger, E. Ohlmer e J. Michalowsky (2) nella Stazione sperimentale agraria di Hohenheim.

Gli autori americani sperimentarono la digeribilità del corozo americano da *Phytelphas* su due pecore ed eseguirono esperienze pratiche di alimentazione su vacche da latte mettendo a confronto il valore nutritivo del corozo con quello della farina di mais.

A. Morgen e collaboratori sperimentarono la digeribilità del corozo americano e del corozo dum, sia in trucciolli come viene dai bottonifici, sia sfarinato, su due montoni e due maiali.

TABELLA I'

Digeribilità del corozo americano da *Phytelphas* spp.

	Protidi grezzi	Lipidi grezzi	Fibra grezza	Estrattivi inazotati
	%	„	„	„
1. Secondo C. L. Beals e J. B. Lindsey (esp. ovini)	36,0	51,0	72,0	92,0
2. Secondo A. Morgen e collab. (esp. ovini)	60,50	32,3	77,70	83,80
3. Secondo A. Morgen e collab. (esp. suini)	51,10	—	84,40	82,90

Tanto C. L. Beals e J. B. Lindsey che A. Morgen e collaboratori trovarono che la digeribilità della sostanza organica e dei suoi componenti principali, fibra grezza ed estrattivi inazotati, è molto elevata nel corozo qualunque ne sia la provenienza, mentre la digeribilità dei protidi è alquanto bassa.

Le nostre esperienze furono condotte su tre montoni che, per la durata del periodo preparatorio e del periodo di esperimento, di dieci giorni ciascuno, furono alimentati con quantità costanti di fieno di medica e cascami di corozo americano provenienti da un bottonificio di Piacenza, sufficienti a coprire con lieve eccedenza il fabbisogno di mantenimento dei singoli soggetti.

Giorno per giorno si procedette alla determinazione della sostanza secca delle feci ed a più riprese a quella dei mangimi. La conservazione delle feci per le analisi venne fatta in flaconi di vetro a chiusura ermetica posti in armadio refrigerante.

Le determinazioni analitiche furono eseguite con il metodo Kjeldahl-Ulsch, modificato da Gunning-Arnold, per i protidi grezzi; con il metodo Barnstein per i protidi puri; con l'estrazione in etere etilico per i lipidi grezzi; con il metodo Weende per la fibra grezza; con l'incenerimento per le sostanze inorganiche.

Nella esposizione che segue omettiamo, per brevità, di riportare gli specchietti riguardanti la digeribilità del fieno di medica che, determinata preventivamente sui tre soggetti da esperimento, diede i seguenti risultati:

Montone G. 8895. — Sost. org. 61,45 %, protidi grezzi 71,12 %, protidi puri 70,55 %, lipidi 14,16 %, fibra grezza 34,98 %, estrattivi inazotati 71,32 %.

Montone G. 7596. — Sost. org. 62,22 %, protidi grezzi 72,12 %, protidi puri 71,44 %, lipidi 10,40 %, fibra grezza 35,20 %, estrattivi inazotati 71,93 %.

Montone G. 9058. — Sost. org. 60,75 %, protidi grezzi 70,40 %, protidi puri 71,41 %, lipidi 11,53 %, fibra grezza 33,14 %, estrattivi inazotati 71,10 %.

TABELLA VI

Dati riguardanti l'esperimento sulla digeribilità
del corozo americano

	G. 8898	G. 7596	G. 9058
1. Periodo preparatorio	21-30 ottobre 1940		
2. Periodo sperimentale	31 ottobre-10 novembre 1940		
3. Peso vivo iniziale	kg. 47,1	kg. 51,1	kg. 48,7
4. Peso vivo finale	» 48,8	» 51,8	» 49,8
5. Consumo giornaliero fieno . . .	gr. 650	gr. 650	gr. 650
6. Consumo giornaliero corozo . .	» 650	» 650	» 650
7. Feci emesse giornalmente . . .	» 952	» 795	» 841

TABELLA VII

Composizione chimica del fieno di medica e del
corozo americano impiegati nell'esperimento

	Sost. secca	Sost. org.	Protidi grezzi (N x 6,25)	Protidi puri	Lipidi grezzi	Fibra grezza	Ceneri	Estratt. inazotati
In 100 parti di sostanza fresca								
Fieno medica . .	86,14	76,88	15,44	13,32	2,14	26,06	9,26	33,94
Corozo americano	87,85	86,59	4,72	4,05	1,41	8,18	1,26	72,28
In 100 parti di sostanza secca								
Fieno medica . .	—	89,25	17,92	15,46	2,49	30,25	10,75	38,59
Corozo americano	—	98,57	5,37	4,61	1,61	9,31	1,43	82,28

TABELLA VIII

Composizione chimica delle feci

	Sost. secca	Nella sostanza secca						
		Sost. organ.	Protidi grezzi (N x 6,25)	Protidi puri	Lipidi grezzi	Fibra grezza	Ceneri	Estratt. inazot.
	°/o	°/o	°/o	°/o	°/o	°/o	°/o	°/o
Montone G. 8895	37,73	89,75	15,06	13,63	3,44	34,24	10,25	37,01
Montone G. 7596	29,23	89,21	15,67	14,10	3,92	36,11	10,79	33,51
Montone G. 9058	42,16	90,42	14,80	12,78	3,59	34,41	9,58	37,62

TABELLA IX

Digeribilità del corozo americano

	Consumo giornaliero	Sostanza secca	Sostanza organica	Sostanza azotata totale	Profilidi puri	Grasso	Fibra grezza	Ceneri	Estrattivi inazotati
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Montone G. 8895									
Fieno	650	559,91	499,72	100,34	86,56	13,94	169,37	60,19	216,07
Corozo	650	571,02	562,85	30,66	26,32	9,19	53,16	8,17	469,84
Ingesta	1300	1.130,93	1.062,57	131,00	112,88	23,13	222,53	68,36	685,91
Feci	952	359,19	322,37	54,09	48,96	12,36	122,99	30,82	132,93
Assimilato	—	771,74	740,20	76,91	63,92	10,77	99,54	31,54	552,98
Parte spettante al fieno	—	334,27	305,01	71,36	61,07	1,97	59,25	29,26	172,43
Parte spettante al corozo	—	437,47	435,19	5,55	2,85	8,80	40,29	2,28	380,55
Digeribilità corozo in %	—	76,61	77,32	18,10	10,83	95,76	75,79	27,91	81,00
Montone G. 7596									
Fieno	650	559,91	499,72	100,34	86,56	13,94	169,37	60,19	216,07
Corozo	650	571,02	562,85	30,66	26,32	9,19	53,16	8,17	469,84
Ingesta	1300	1.130,93	1.062,57	131,00	112,88	23,13	222,53	68,36	685,91
Feci	795	311,88	278,23	48,87	43,97	12,23	112,62	33,65	104,51
Assimilato	—	819,05	784,34	82,13	68,91	10,90	109,91	34,71	581,40
Parte spettante al fieno	—	337,45	309,42	72,37	61,84	2,29	59,72	28,03	175,04
Parte spettante al corozo	—	481,60	474,92	9,76	7,07	8,61	50,19	6,68	406,36
Digeribilità corozo in %	—	84,34	48,38	31,83	26,86	93,69	94,41	81,76	86,49
Montone G. 9058									
Fieno	650	559,91	499,72	100,34	86,56	13,94	169,37	60,19	216,07
Corozo	650	571,02	562,85	30,66	26,32	9,19	53,16	8,17	469,84
Ingesta	1300	1.130,93	1.062,57	131,00	112,88	23,13	222,53	68,36	685,91
Feci	841	354,56	320,59	52,47	45,31	12,73	122,00	33,97	133,39
Assimilato	—	776,37	741,98	78,53	67,57	10,40	100,53	34,39	552,52
Parte spettante al fieno	—	326,60	300,74	70,64	61,81	1,61	56,13	25,86	172,36
Parte spettante al corozo	—	449,77	441,24	7,89	5,76	8,79	44,40	8,53	380,16
Digeribilità corozo in %	—	78,76	78,39	25,73	21,88	95,65	83,52	100,00	80,91

TABELLA X

Digeribilità media del corozo americano

	Sost. secca %	Sost. organ. %	Protidi grezzi %	Protidi puri %	Lipidi %	Fibra grezza %	Estratt. inazotati %
Montone G. 8895 . .	76,71	77,32	18,10	10,83	95,76	75,79	81,00
Montone G. 7596 . .	84,33	84,38	31,83	26,86	93,69	94,41	86,49
Montone G. 9058 . .	78,76	78,39	25,75	21,88	83,52	83,52	80,91
Media . . .	79,90	80,03	25,22	19,86	90,99	84,57	82,80

TABELLA XI

Contenuto medio in sostanze digeribili del corozo americano

	Sost. secca %	Sost. organ. %	Protidi grezzi %	Protidi puri %	Lipidi %	Fibra grezza %	Estratt. inazotati %
Nella sostanza fresca							
Montone G. 8895 . .	67,30	66,95	0,85	0,44	1,35	6,20	58,55
Montone G. 7596 . .	74,09	73,06	1,50	1,09	1,32	7,72	62,51
Montone G. 9058 . .	69,19	67,88	1,21	0,89	1,35	6,83	58,48
Media . . .	70,19	69,30	1,19	0,81	1,34	6,92	59,85
Nella sostanza secca							
Montone G. 8895 . .	—	76,21	0,97	0,50	1,54	7,06	66,65
Montone G. 7596 . .	—	83,17	1,71	1,24	1,51	8,79	71,16
Montone G. 9058 . .	—	77,27	1,31	1,01	1,54	7,78	66,57
Media . . .	—	78,88	1,35	0,92	1,53	7,88	68,13

TABELLA XII

Digeribilità dei cascami di corozo americano

	Protidi grezzi %	Protidi puri %	Lipidi grezzi %	Fibra grezza %	Estratt. inazotati %
Secondo C. L. Beals e J. B. Lindsey	36,0	—	51,0	72,0	92,0
Secondo A. Morgen e collaboratori	60,5	—	32,3	77,7	83,8
Secondo B. Maymone e collaboratori	25,2	19,8	90,9	84,5	82,8

I dati riportati nella tabella X mostrano che i valori ottenuti per la digeribilità del corozo americano con i tre soggetti da esperimento risultano sufficientemente concordanti malgrado alcune differenze individuali inevitabili.

Rispetto ai valori assegnati da C. L. Beals e J. B. Lindsey e da A. Morgen e collaboratori alla digeribilità dei cascami del corozo americano (tabella XII) i valori da noi trovati sono decisamente più bassi per i protidi e più elevati per i lipidi, per la fibra grezza e per gli estrattivi inazotati.

4. - DIGERIBILITÀ DEI CASCAMI DI COROZO DUM (*HYPHAENE* SPP.)

Come già accennato precedentemente, le uniche esperienze di digeribilità sul corozo dum, a nostra conoscenza, furono compiute nel 1915 da A. Morgen e collaboratori (2) su due montoni e due maiali. I valori ottenuti sono riportati nella tabella XIII:

TABELLA XIII

Digeribilità del corozo dum da *Hyphaene* spp.
secondo A. Morgen e collaboratori

	Protidi grezzi %	Lipidi %	Fibra grezza %	Estrattivi inazotati %
Negli ovini	26,30	93,40	86,00	74,30
Nei suini	46,70	88,50	85,50	73,10

Il valore molto elevato ottenuto dagli autori per la digeribilità della fibra grezza è probabilmente da rapportare al fatto che molta parte della sostanza da essi determinata come fibra grezza in realtà era costituita da mannani date le differenze notevolissime esistenti (tabella IV) fra il contenuto in fibra grezza attribuito da A. Morgen e collaboratori al corozo ed i valori assai più bassi riscontrati da altri autori.

Le nostre esperienze furono condotte su due montoni che, per la durata del periodo preparatorio e del periodo di esperimento, di dieci giorni ciascuno, furono alimentati con quantità costanti di fieno di medica e di corozo dum sfarinato atti a coprire il fabbisogno di mantenimento. La tecnica sperimentale seguita fu in tutto identica a quella esposta precedentemente trattando delle ricerche sulla digeribilità del corozo americano.

La digeribilità del fieno di medica preventivamente determinata sui due soggetti da esperimento diede i seguenti risultati:

Montone G. 9644. - Sost. organica 58,89 %, protidi grezzi 76,25 % protidi puri 74,54 %, lipidi 29,86 %, fibra grezza 15,34 %, estrattivi inazotati 73,05 %.

Montone G. 8406. — Sost. organica 59,75 %, protidi grezzi 78,13 % protidi puri 76,58 %, lipidi 32,54 %, fibra grezza 18,18 %, estrattivi inazotati 72,22 %.

TABELLA XIV

Dati riguardanti l'esperimento sulla digeribilità del corozo dum

	Montone G. 9644	Montone G. 8406
Periodo preparatorio	4-13 dicembre 1940	
Periodo sperimentale	14-24 dicembre 1940	
Peso vivo iniziale	Kg. 49,8	Kg. 56,8
Peso vivo finale	» 49,8	» 56,9
Consumo giornaliero fieno	gr. 600	gr. 600
Consumo giornaliero corozo	» 600	» 600
Feci emesse giornalmente	» 795	» 548

TABELLA XV

Composizione chimica del fieno di medica e del corozo dum impiegati nell'esperimento

	Sost. secca	Sost. organ.	Protidi grezzi	Protidi puri	Lipidi grezzi	Fibra grezza	Ceneri	Estratt. inazotati
In 100 parti di sostanza fresca								
Fieno medica	86,58	74,73	19,48	17,61	2,51	17,54	11,85	35,20
Corozo dum..	87,86	86,32	4,70	4,54	9,97	8,35	1,54	63,30
In 100 parti di sostanza secca								
Fieno medica	—	86,31	22,50	20,34	2,90	20,26	13,69	40,65
Corozo dum..	—	98,25	5,35	5,17	11,35	9,50	1,75	72,05

TABELLA XVI

Composizione chimica delle feci

	Sost. secca %	Sost. organ. %	Protidi grezzi %	Protidi puri %	Lipidi %	Fibra grezza %	Ceneri %	Estratt. inazotati %
Montone G. 9644	38,48	89,77	15,67	15,28	4,11	36,72	10,23	33,27
Montone G. 8406	46,03	89,98	15,59	15,11	4,40	36,77	10,02	33,22

TABELLA XVII

Digeribilità del corozo dum

	Consumo giornaliero gr.	Sostanza secca gr.	Sostanze organiche gr.	Sostanze azotate totali gr.	Prodotti puri gr.	Grasso gr.	Fibra grezza gr.	Ceneri gr.	Esattivi incolati gr.
Montone G. 9644									
Fieno	600	519,48	448,36	116,88	105,66	15,06	105,25	71,12	211,17
Cascami dum	600	527,16	517,93	28,20	27,25	59,83	50,08	9,23	379,82
Ingesta	1200	1.046,64	966,29	145,08	132,91	74,89	155,33	80,35	590,99
Feci	795	305,92	274,62	47,94	46,74	12,57	112,33	31,30	101,78
Assimilato	—	740,72	691,67	97,14	86,17	62,32	43,00	49,05	489,21
Parte spettante al fieno	—	298,65	263,99	89,12	78,77	4,48	16,16	34,96	154,23
Parte spettante ai cascami dum	—	442,07	427,68	8,02	7,40	57,84	26,84	14,39	334,98
Digeribilità cascami dum %	—	83,85	82,57	28,43	27,15	96,67	53,59	100 —	88,19
Montone G. 8406									
Fieno	600	519,48	448,36	116,88	105,66	15,06	105,25	71,12	211,17
Cascami dum	600	527,16	517,93	28,20	27,25	59,83	50,08	9,23	379,82
Ingesta	1200	1.046,64	966,29	145,08	132,91	74,89	155,33	80,35	590,99
Feci	548	252,24	226,96	39,32	38,11	11,10	92,75	25,28	83,79
Assimilato	—	794,40	739,33	105,76	94,80	63,79	62,58	55,07	507,20
Parte spettante al fieno	—	395,24	267,90	91,32	80,91	4,93	19,14	37,34	152,51
Parte spettante ai cascami dum	—	489,16	471,43	14,44	13,89	58,86	43,44	17,73	354,69
Digeribilità cascami dum %	—	92,79	91,02	51,20	50,97	98,37	86,74	100 —	93,38

TABELLA XVIII

Digeribilità media del corozo dum

	Sostanza secca %	Sostanza organica %	Protidi grezzi %	Protidi puri %	Lipidi %	Fibra grezza %	Estrattivi inazotati %
Montone G. 9644	83,85	82,57	28,43	27,15	96,67	53,59	88,19
Montone G. 8406	92,79	91,02	51,20	50,97	98,37	86,74	93,38
Media . . .	88,32	86,79	39,81	39,06	97,52	70,16	90,79

TABELLA XIX

Contenuto medio in sostanze digeribili
del corozo dum

	Sostanza secca %	Sostanza organica %	Protidi grezzi %	Protidi puri %	Lipidi %	Fibra grezza %	Estrattivi inazotati %
Nella sostanza fresca							
Montone G. 9644	73,67	71,27	1,34	1,23	9,74	4,47	55,82
Montone G. 8406	81,53	78,56	2,41	2,31	9,81	7,24	59,11
Media . . .	77,60	74,92	1,88	1,77	9,78	5,86	57,47
Nella sostanza secca							
Montone G. 9644	—	81,13	1,52	1,40	10,97	5,09	63,54
Montone G. 8406	—	89,43	2,74	2,64	11,16	8,24	67,28
Media . . .	—	85,28	2,13	2,02	11,07	6,67	65,41

I valori medi da noi trovati (tabella XVIII) nel complesso risultano più elevati degli analoghi valori assegnati da A. Morgen e collaboratori (tabella XIII) alla digeribilità dei cascami del corozo dum.

Come per i cascami del corozo americano, la digeribilità dei protidi appare relativamente bassa mentre la digeribilità dei lipidi, della fibra grezza e degli estrattivi inazotati risulta assai elevata.

5. — VALORE NUTRITIVO

I cascami di corozo sia da *Phytelephas* spp. che da *Hyphaene* spp., per la composizione chimica da essi presentata e per l'elevatissima digeribilità dei glucidi che rappresentano rispettivamente circa l'83 % ed il 93 % della loro sostanza organica, sono mangimi a

pieno valore nutritivo per i quali sembra giustificata l'applicazione del coefficiente di utilizzazione 100, assegnato, peraltro, dal Kellner al pannello ed alla farina di estrazione dei semi di palma, che presentano un contenuto assai più elevato di fibra grezza a digeribilità relativamente bassa.

L'energia netta calcolata in funzione del contenuto in sostanze digeribili sperimentalmente accertato presenta i seguenti valori:

1. - Cascami di corozo da *Phytelphas* spp.

a) Energia netta in 100 kg. di sostanza fresca

Unità amido (Cal. nette 2365)	=	70,46
Una unità amido equivale a	Kg.	1,420
Unità scandinave (Cal. nette 1650)	=	100,76
Una unità scandinava equivale a	Kg.	0,99

b) Energia netta in 100 kg. di sostanza secca

Unità amido (Cal. nette 2365)	=	80,20
Una unità amido equivale a	Kg.	1,246
Unità scandinave (Cal. nette 1650)	=	114,69
Una unità scandinava equivale	Kg.	0,87

2. - Cascami di corozo da *Hyphaene* spp.

a) Energia netta in 100 kg. di sostanza fresca

Unità amido (Cal. nette 2365)	=	83,67
Una unità amido equivale a	Kg.	1,195
Unità scandinave (Cal. nette 1650)	=	121,32
Una unità scandinava equivale a	Kg.	0,84

b) Energia netta in 100 kg. di sostanza secca

Unità amido (Cal. nette 2365)	=	95,22
Una unità amido equivale a	Kg.	1,005
Unità scandinave (Cal. nette 1650)	=	138,07
Una unità scandinava equivale a	Kg.	0,71

I cascami di corozo da *Hyphaene* spp. presentano rispetto ai cascami di corozo da *Phytelphas* spp., un maggiore contenuto di energia netta pari al 15,7 % dovuto interamente al differente contenuto in lipidi che nei cascami di palma dum risulta assai più elevato.

Nel complesso i cascami di corozo qualunque ne sia la provenienza rappresentano un mangime ricco di energia netta caratterizzato dall'elevato contenuto di glucidi digeribili e povero per contro di protidi digeribili e di sostanze inorganiche.

L'appetibilità dei soggetti da esperimento per entrambe le varietà di corozo è risultata buona, avendo essi consumata costantemente l'intera razione distribuita senza inconveniente alcuno per la normalità delle funzioni digestive.

6. — CONCLUSIONI

1. — I cascami di corozo o avorio vegetale provenienti dalla lavorazione dell'endosperma di alcune palme appartenenti ai generi *Phytelephas* e *Hyphaene*, pur presentando stretta analogia nella composizione chimica caratterizzata dall'elevato contenuto in glucidi costituiti nella quasi totalità da mannani, differiscono essenzialmente per il contenuto percentuale in lipidi che è minimo nell'endosperma dei semi del genere *Phytelephas* provenienti dall'America del Sud, mentre risulta elevato nell'endosperma delle palme del genere *Hyphaene* denominate palme dum.

2. — La digeribilità media dei cascami di corozo da *Phytelephas* spp. provenienti dall'America è risultata la seguente:

Sostanza organica	= 80,93 %
Protidi grezzi	25,22 %
Protidi puri	19,86 %
Lipidi	95,03 %
Fibra grezza	84,57 %
Estrattivi inazotati	82,80 %

Valori lievemente superiori si sono ottenuti per la digeribilità media dei cascami di corozo dum da *Hyphaene* spp., che risultò la seguente:

Sostanza organica	= 86,79 %
Protidi grezzi	39,81 %
Protidi puri	39,06 %
Lipidi	97,52 %
Fibra grezza	79,16 %
Estrattivi inazotati	90,79 %

Nel complesso la digeribilità dei cascami di corozo risulta assai elevata per la sostanza organica, per i glucidi ed i lipidi, bassa per i protidi.

3. - Il valore nutritivo dei cascami di corozo da *Phytelephas* spp., risultò in base alla digeribilità sperimentalmente determinata, pari ad unità amido (Cal. 2365) 70,46 per ogni 100 kg. di prodotto ad umidità normale, rapportabili a 100,76 unità nutritive scandinave (Cal. 1650) per l'ingrassamento dei bovini adulti.

In relazione all'elevato contenuto di lipidi digeribili il valore nutritivo del corozo dum da *Hyphaene* spp. risultò superiore di circa il 15,77 % e pertanto pari ad unità amido (Cal. 2365) 83,67 per ogni 100 kg. a grado normale di umidità, ragguagliabili a 121,32 unità nutritive scandinave (Cal. 1650) per l'ingrassamento dei bovini adulti.

RIASSUNTO

I cascami di corozo o avorio vegetale ottenuti dalla lavorazione dell'endosperma di alcune palme appartenenti ai generi *Phytelephas* e *Hyphaene*, pur presentando stretta analogia nella composizione chimica caratterizzata dall'elevato contenuto in glucidi costituiti nella quasi totalità da mannani, differiscono essenzialmente per il contenuto percentuale in lipidi, che è minimo nell'endosperma di *Phytelephas* spp. provenienti dall'America del Sud, mentre risulta elevato nell'endosperma delle palme del gen. *Hyphaene*, denominate palme dum.

La digeribilità media dei cascami di corozo da *Phytelephas* spp. è risultata la seguente: Sostanza organica 80,03 % - Protidi grezzi 25,22 % - Protidi puri 19,86 % - Lipidi 95,03 % - Fibra grezza 84,57 % - Estrattivi inazotati 82,80 %.

Valori lievemente superiori si sono ottenuti per la digeribilità media dei cascami di corozo dum da *Hyphaene* spp., che risultò la seguente: Sostanza organica 86,79 % - Protidi grezzi 39,81 % - Protidi puri 39,06 % - Lipidi 97,52 % - Fibra grezza 70,16 % - Estrattivi inazotati 90,79 %.

Nel complesso la digeribilità dei cascami di corozo risulta assai elevata per la sostanza organica, per i glucidi ed i lipidi, bassa per i protipi.

Il valore nutritivo dei cascami di corozo da *Phytelephas* spp. risultò, in base alla digeribilità sperimentale determinata, pari ad unità amido (Cal. 2365) 70,46 per ogni 100 kg. di prodotto ad umidità normale, rapportabili a 100,76 unità

nutritive scandinave (Cal. 1650) per l'ingrassamento dei bovini adulti.

In relazione all'elevato contenuto di lipidi digeribili il valore nutritivo di corozo dum da *Hyphaene* spp. risultò superiore di circa il 15,77 % e pertanto pari ad unità amido (Cal. 2365) 83,67 per ogni 100 kg. a grado normale di umidità, ragguagliabile a 121,23 unità nutritive scandinave (Cal. 1650) per l'ingrassamento dei bovini adulti.

SUMMARY

RESEARCHES ON THE DIGESTIBILITY AND NUTRITIVE VALUE OF RESIDUES FROM THE INDUSTRIAL TREATMENT OF VEGETABLE IVORY OF IVORY NUT PALMS (*PHYTELEPHAS* SPP.) AND OF DOUM PALMS (*HYPHAENE* SPP.)

by B. MAYMONE, A. BATTAGLINI and M. TIBERIO

The residues of the vegetable ivory obtained from the processing of the endosperm of palms belonging to the genera *Phytelephas* and *Hyphaene*, though presenting great similarity in chemical composition characterised by a high content in glucids composed almost entirely of mannans, differ essentially in percentage of fats contained which is at a minimum in the endosperm of *Phytelephas* spp. coming from South America, while it is high in the endosperm of the doum palms (*Hyphaene* spp.).

The mean digestibility of the endosperm residues of *Phytelephas* spp. give the following results: organic substance 80.03 %; crude proteins 24.22 %; pure proteins 19.86 %; fats 95.03 %; crude fiber 84.57 %; N-free extracts 82.80 %.

Slightly higher values are obtained for the mean digestibility of the endosperm residues of *Hyphaene* spp., which give the following results: organic substances 86.79 %; crude proteins 39.81 %; pure proteins 39.06 %; fats 97.52 %; crude fiber 70.16 %; N-free extracts 90.79 %.

As a whole, the digestibility of the endosperm residues gave quite high results for organic substances, glucids and fats, and low results for proteins.

The nutritive value of the endosperm residues of *Phytelephas* spp., gave results based on digestibility determined by experiment, equivalent to 70.46 starch units (cal. 2365) for each 100 kg. of product at normal humidity, which is equal to 100.76 Scandinavian nutritive units (cal. 1650) for the fattening of adult cattle.

In relation to the high content of digestible fats, the nutritive value of the endosperm of *Hyphaene* spp., gave results about 15.77 ° higher, and equal to 83.67 starch units (cal. 2365) for each 100 kg. at normal humidity, which amounts to 121.32 Scandinavian nutritive units (cal. 1650) for the fattening of adult cattle.

BIBLIOGRAFIA

- (1) PIROCCHI, A. Esperienze sulla durata della digestione nei bovini. Milano, Tip. Agnelli, 1906.
- (2) MORGEN, A., BEGER, C., OHLMER, E., und MICHALOWSKY, J. Ausnutzungsversuche mit verschiedenen Futtermitteln nebst Erörterungen über die Bestimmung der Verdaulichkeit des Proteins. *Die landw. Versuchsstat.*, Berlin 1916, Bd. LXXXVIII, S. 243-288.
- (3) BEALS, C. L., and LINDSEY, J. B., Chemical composition, digestibility and feeding value of vegetable-ivory meal. *Journ. of Agric. Res.*, 1916, Vol. VII, pp. 301-320.
- (4) LOGES, G. Citato da E. POTT. Handbuch der tierischen Ernährung und der landwirtschaftlichen Futtermittel. Berlin, Parey, 1907.
- (5) KUERSCHNER, B. K., und HANAK, A. *Ztschr. f. Unters. d. Lebensm.*, 1930, Bd. 59, S. 484.
- (6) SCHMIDT-HEBBEL, H. *Pharm. Zentrbl.*, 1933, Bd. 74, S. 609.
- (7) KÖNIG, J. Untersuchung d. landw. u. gewerbl. wichtigen Stoffe. Berlin 1911.
- (8) GRÜN, A., und HALDEN, W. Analyse der Fette u. Wachse. Berlin, J. Springer, 1929, S. 210.
- (9) NIEBLING, C. Unters. über die künstliche Verdaug landwirt. Futtermittel nach Stützer und Pepsin Wirkungen in allgemeinen. *Landw. Jahrbücher*, 1890; Bd. 19, S. 149.

C. ANTONIANI e A. MONZINI

CONTRIBUTI ALLA CONOSCENZA DEL CONTENUTO VITAMINICO DEI PRODOTTI AGRARI E D'USO AGRARIO

NOTA II. - Il contenuto in vitamina B₁ dei foraggi di marcite irrigate con acque cloacali in confronto con quello dei foraggi delle marcite irrigate con acque chiare

La conoscenza del valore nutritivo dei foraggi delle marcite irrigate con acque cloacali costituisce un argomento di notevole interesse sotto diversi aspetti. Uno studio sulla composizione chimica di questi foraggi in comparazione con quelli prodotti dalle marcite irrigate con acque chiare è stato compiuto alcuni anni or sono da C. Antoniani, L. Vianello e E. Sudario*, ed ha valso a mettere in evidenza una netta superiorità di valore nutritivo a favore dei foraggi di marcite irrigate con acque cloacali, soprattutto per quanto concerne il contenuto in sostanze azotate. Era però di sommo interesse indagare se al maggior valore nutritivo imputabile a questo più elevato contenuto in protidi, fosse altresì connessa una maggiore ricchezza in altri costituenti, e particolarmente un più elevato contenuto in fattori vitaminici. Invero sul contenuto vitaminico dei foraggi siamo ancor oggi piuttosto scarsamente edotti e quindi l'importanza dell'indagine, da questo punto di vista, si inquadra anche in un problema di portata più generale.

Abbiamo preso in esame i foraggi prodotti dalle marcite irrigate con le acque di fognatura della città di Milano e i foraggi prodotti dalle marcite esistenti nella stessa zona ma irrigate con acque di fontanile. Le valutazioni del contenuto vitaminico sono state effettuate durante i vari mesi dell'anno: esse ci offrono pertanto un quadro completo del contenuto vitaminico in relazione anche con le variazioni di molti fattori ambientali influenzabili dall'epoca stagionale. I dati che

* *Ricerche del Laboratorio di Chimica agraria del R. Istituto superiore agrario. Istituzione Agraria « Andrea Ponti », Milano, 1932, vol. XIX.*

comunichiamo in questa nota concernono la prima serie dei nostri rilevamenti e si riferiscono al contenuto in vitamina B₁. Il dosaggio di essa venne eseguito secondo le modalità già indicate in precedenti pubblicazioni.*

TABELLA I

Contenuto in vitamina B₁ dei foraggi di marcite irrigate con acque chiare

Mese	Osservazioni sullo stadio vegetativo	Contenuto in vit. B ₁ per 100 grammi di	
		sostanza fresca	sostanza secca
Gennaio	Vegetazione quasi nulla	—	—
Febbraio	Inizio della ripresa vegetativa	23,2	65,6
Marzo	Vegetazione in pieno sviluppo	54,2	135,4
Aprile	Vegetazione in fioritura	9,0	30,0
Maggio	Vegetazione in avanzato sviluppo . .	58,8	235,0
Giugno	Vegetazione in fioritura	24,0	80,0
Luglio	Vegetazione in avanzato sviluppo . .	34,5	108,0
Agosto	Vegetazione in sviluppo	56,1	187,0
Settembre	Vegetazione in fioritura	30,0	81,5
Ottobre	Vegetazione in sviluppo	41,0	102,5
Novembre	Vegetazione in parziale fioritura . . .	19,0	76,0
Dicembre	Vegetazione in avanzato sviluppo . .	38,8	155,0

I dati elencati nelle due tabelle mettono chiaramente in evidenza come i foraggi delle marcite irrigate con acque cloacali siano caratterizzati da un contenuto in vitamina B₁ nettamente superiore a quello rilevabile nei foraggi delle marcite irrigate con acque chiare. Il contenuto medio in vitamina B₁ per i foraggi dei due tipi di marcite è il seguente:

foraggi di marcite irrigate con acque cloacali: γ 67,7 di vitamina B₁ per 100 grammi di foraggio verde; γ 363,7 per 100 grammi di foraggio secco;

foraggi di marcite irrigate con acque di fontanile: γ 35,5 di vitamina B₁ per 100 grammi di foraggio verde; γ 114,2 di vitamina B₁ per 100 grammi di foraggio secco.

L'irrigazione con acque cloacali ha cioè l'effetto di triplicare il contenuto medio in vitamina B₁ riferita al foraggio allo stato secco, mentre il contenuto in vitamina del foraggio verde è a sua volta

* ANTONIANI, C., FEDERICO L., e MISSIROLI, M. *Chimica Industria*, 1948, XXX, 72.

ANTONIANI, C., e FEDERICO, L. *Questi Annali*, 1948, n. s., II, n. I.

TABELLA II

Contenuto in vitamina B₁ dei foraggi di marcite irrigate con acque luride

Mese	Osservazioni sullo stadio vegetativo	Contenuto in vit. B ₁ per 100 grammi di	
		sostanza fresca	sostanza secca
Gennaio	Vegetazione normale	23,8	79,4
Febbraio	Vegetazione in avanzato sviluppo . .	35,3	143,2
Marzo	Vegetazione in avanzato sviluppo . .	40,7	162,8
Aprile	Vegetazione in avanzato sviluppo . .	30,0	300,0
Maggio	Vegetazione in pieno sviluppo	136,8	1368,0
Giugno	Vegetazione in incipiente fioritura . .	76,0	380,0
Luglio	Vegetazione in incipiente fioritura . .	101,4	405,6
Agosto	Vegetazione in avanzato sviluppo . .	88,4	353,6
Settembre	Vegetazione in avanzato sviluppo . .	100,4	401,6
Ottobre	Vegetazione in avanzato sviluppo . .	53,2	190,0
Novembre	Vegetazione in avanzato sviluppo . .	41,4	207,0
Dicembre	Vegetazione in pieno sviluppo	86,0	376,0

raddoppiato. Quest'ultimo fatto mette in chiara evidenza il maggior grado di turgore dei foraggi fruenti della fertilizzazione con acque cloacali. E merita d'altra parte di essere ribadito il significato della constatazione che questi foraggi, malgrado il loro più elevato contenuto in acqua, presentino un contenuto in vitamina B₁ pressochè doppio di quello che si riscontra nei foraggi fruenti della sola irrigazione con acque chiare.

Un'idea anche più chiara della grandissima influenza esercitata dalle acque cloacali agli effetti dell'esaltazione del contenuto in vitamina B₁ nei foraggi di può ricavare dal confronto diretto dei singoli dati analitici. La tabella III ci dà questo confronto relativamente ai dati di contenuto computati sulla sostanza secca.

Il rapporto tra il contenuto in vitamina B₁ dei foraggi dei due tipi di marcita è costantemente a favore di quelli alimentati con acque cloacali e oscilla da un minimo di 1,2 ad un massimo di 10. Merita di essere rilevato come il valore di questo rapporto sia in genere più elevato per i foraggi prodotti dalle marcite durante la stagione calda.

L'incremento di contenuto in vitamina B₁ determinato dalla fertilizzazione con acque cloacali, trova la sua ragione d'essere nel contenuto cospicuo in vitamina B₁ proprio di queste acque.

Nelle acque cloacali della città di Milano noi abbiamo riscontrato un tenore in aneurina pari a γ 0,15 per litro. Si tratta di un valore

Rapporto tra il contenuto in vitamina B₁ dei foci prodotti dai due tipi di marcite

Mese	Contenuto in vitamina B ₁ per 100 grammi		(b) (a)
	(a) Acque chiare	(b) Acque luride	
Gennaio	—	79,4	—
Febbraio	65,6	143,2	2,2
Marzo	135,4	162,8	1,2
Aprile	30,0	300,0	10,0
Maggio	235,0	1368,0	5,8
Giugno	80,0	380,0	4,8
Luglio	108,0	405,6	3,8
Agosto	187,0	353,6	1,9
Settembre	81,5	401,6	4,9
Ottobre	102,5	190,0	1,9
Novembre	76,0	207,0	2,6
Dicembre	155,0	376,0	2,4

relativamente elevato, soprattutto se lo si commisuri all'apporto globale di vitamina a cui esso dà luogo per anno e per ettaro. L'aneurina presente nelle acque luride, e accanto ad essa anche i prodotti della sua parziale demolizione, costituiscono la base su cui poggia la sintesi della vitamina nella vegetazione. È dimostrato da esperienze dirette che talune piante possono sintetizzare la vitamina B₁ quando vengano loro somministrati alcuni particolari frammenti molecolari della vitamina stessa. Così ad esempio è dimostrato che per la pianta di pisello* la somministrazione di alcool cloroacetopropilico, tioformamide e pirimidina porta alla formazione della vitamina. Lo stesso fatto avviene per il pomodoro** in seguito alla somministrazione di tiazolo e per il mais*** in seguito alla somministrazione di tiazolo e di pirimidina.

La vitamina B₁, e i frammenti di essa, contenuti nelle acque cloacali, vengono portati da queste sul terreno; direttamente, o più verosimilmente per il tramite delle molteplici attività microbiologiche di cui il terreno delle marcite irrigate con acque cloacali è sede atti-

* BONNER and BUCHMAN. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington*, 1938, 24, 431.

** ROBBINS, W. J., and BARTLEY, M. A. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington*, 1937, 23, 385.

Science, 1937, 85, 246.

*** MC CLARY, J. EDWARD. *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.*, 1940, 26 (9), 581, 587.

vissima, esse giungono alla vegetazione in quantità maggiore di quanto non sia nei terreni normali irrigati con acque chiare. Ma quale che sia il meccanismo secondo cui si effettua la costruzione della molecola dell'aneurina in senso al tessuto vegetale, una conclusione sicura e incontrovertibile scaturisce dai nostri risultati ed è che al valore fertilizzante generico già da secoli riconosciuto alle acque cloacali, un altro se ne aggiunge per quanto specificamente concerne l'apporto di sostanze capaci di incrementare il contenuto vitaminico dei foraggi.

Dalla città di Milano, secondo i computi di C. Antoniani, L. Vianello ed E. Sudario* del 1932, escono annualmente 220 milioni di metri cubi di acque luride convoglianti complessivamente 3680 tonnellate di azoto, 720 tonnellate di anidride fosforica, 1600 di ossido di potassio. Queste cifre sono oggi probabilmente da rivedersi, poichè la popolazione della città di Milano ha subito da allora un notevolissimo incremento ed è logico pensare che oggi siano sensibilmente maggiori tanto la quantità globale di acque cloacali quanto il loro contenuto nei tre elementi fertilizzanti sopra detti. Per quanto specificamente concerne la vitamina B₁, allo stato odierno delle cose, possiamo calcolare, partendo dal contenuto base di γ 0,15 per litro, che annualmente vengono convogliati nelle marcite irrigate con acque di fognatura circa 40 chilogrammi di vitamina B₁.

Circa il contenuto dei foraggi dei due tipi di marcite nei vari altri fattori vitaminici le indagini sono in corso.

RIASSUNTO

Gli AA. comunicano una serie di dati analitici concernenti il contenuto in vitamina B₁ dei foraggi prodotti dalle marcite milanesi. I foraggi delle marcite irrigate con acque cloacali hanno rivelato un contenuto in vitamina B₁ nettamente e costantemente superiore a quello riscontrato nei foraggi delle marcite irrigate con acque chiare.

Le acque cloacali della città di Milano contengono in media γ 0,15 per litro di vitamina B₁.

* L. c.

SUMMARY

THE VITAMIN CONTENT OF PRODUCE AND PRODUCTS USED ON THE FARM

II. VITAMIN B₁ CONTENT OF FODDERS FROM MEADOWS IRRIGATED WITH SEWER WATERS AS COMPARED WITH THAT OF FODDERS FROM MEADOWS IRRIGATED WITH CLEAN WATERS

by C. ANTONIANI and A. MONZINI

The authors present analytical data on the quantity of vitamin B₁ contained in the fodders produced by the Milanese irrigated meadows. The fodders from the meadows irrigated with sewer waters disclosed a vitamin B₁ content clearly and constantly higher than that found in the fodders from fields irrigated with clean waters.

The sewer waters of the city of Milan include on an average γ 0.15 per liter of vitamin B₁.

GIUSEPPE ROCCHETTI

DIGERIBILITÀ DEI PROTIDI DELLE SOIE IN FARINE INTEGRALI E DISOLEATE CON SOLVENTI DIVERSI *

Questo studio rientra nel piano del lavoro di sperimentazione che sta conducendo l'Istituto Agronomico per l'Africa italiana, per trovare e diffondere nell'Italia centrale varietà di soia adatte alle condizioni economiche ed edafiche di detta regione. In altra sede (12) sono stati riferiti i primi risultati agronomici esponendo, fra l'altro, l'andamento dei cicli vegetativi, la produttività delle varietà sperimentate, i risultati delle analisi fisiche e chimiche eseguite sui relativi semi.

Valendomi del materiale a disposizione ho voluto compiere anche una prima serie di indagini sul valore dei protidi delle 27 varietà di soia coltivate e sulla denaturazione indotta negli stessi da solventi diversi impiegati per l'estrazione dei lipidi grezzi.

Nei semi delle 27 varietà di soia in esame ho ricercato dapprima i loro tenori in sostanze azotate e grasse. Le prime sono state determinate col metodo Kjeldahl-Ulsch per l'azoto totale e col metodo Barnstein per l'azoto protidico. Le seconde sono state determinate mediante estrazione in Soxhlet con etere. I valori trovati, riferiti alla sostanza secca, sono riportati nella tabella I. In questa, come nelle successive tabelle II, III e IV, le ventisette varietà di soia sono elencate nell'ordine del lavoro già citato e precisamente secondo l'importante carattere agronomico della durata del ciclo vegetativo, iniziando dalle più precoci con ciclo di 92 giorni e terminando con le più tardive ad oltre 190 giorni. Questo carattere, espresso con la durata in giorni del ciclo dalla semina alla maturazione, è riportato nella prima colonna della tabella I e dal confronto di tale colonna con le altre appare chiaro come la durata del ciclo vegetativo non incida, a parità di

* Lavoro eseguito mercè un contributo del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste.

Composizione di semi di soia

Numero progressivo	Varietà	Ciclo vegetativo dalla semina alla maturazione (giorni)	Azoto totale	Azoto proteico	Estratto etereo	% Azoto proteico su Azoto totale
			% sulla sostanza secca			
1	« Giessener 850 » . . .	92	6,46	6,34	19,58	98,14
2	« Giessener F I » . . .	92	6,31	6,22	18,87	98,57
3	« Kaiser V »	105	6,37	6,27	19,20	98,43
4	« 3234 »	105	6,41	6,29	19,26	98,13
5	« Caiuga »	109	5,99	5,92	21,50	98,83
6	« Dieckmann's nera » . .	109	6,68	6,53	18,18	97,75
7	« Manciuriana »	109	6,64	6,37	19,88	96,08
8	« Platter gialla »	113	6,42	6,32	21,95	98,44
9	« Frassineto n. 1 » . . .	113	6,72	6,51	20,78	96,87
10	« J. S. 14 »	117	5,92	5,80	20,13	97,97
11	« Gialla Lombarda » . .	120	6,50	6,26	18,88	96,31
12	« Marrone di Manciuria »	124	6,50	6,18	18,27	95,08
13	« Frassineto n. 2 » . . .	128	6,30	6,19	20,78	98,25
14	« Sgaravatti seme giallo »	129	6,56	6,32	19,88	96,34
15	« Piave »	133	6,14	5,95	20,77	96,21
16	« Milano »	147	6,42	6,26	20,50	97,51
17	« Abaro »	155	6,86	6,51	20,04	94,90
18	« Ito-San »	162	5,48	5,16	21,70	94,20
19	« Wilson »	164	5,59	5,42	20,38	96,10
20	« Macoupin »	174	6,51	6,33	20,51	97,22
21	« Palmetto »	174	5,45	5,27	18,10	94,70
22	« Pekin »	174	5,96	5,65	18,34	94,86
23	« Virginia »	178	5,44	5,15	20,00	94,97
24	« Sennari »	183	6,49	6,17	19,27	95,07
25	« Halito »	189	6,04	5,84	17,78	96,60
26	« Tokio »	194	5,95	5,72	19,99	96,13
27	« Borzi »	208	7,02	6,75	17,80	96,15
Media $\pm$ errore standard			6,2041 $\pm$ 0,0813	6,0630 $\pm$ 0,0914	19,7163 $\pm$ 0,2265	
Deviazione standard			0,4226	0,4737	1,1769	
Coefficiente di variazione			6,75	7,82	5,97	

condizioni ambientali di sviluppo* sul contenuto percentuale dei protidi e lipidi grezzi. Questi invece variano sensibilmente con la varietà.

Il minimo contenuto in azoto totale si è avuto con 5,44% e 5,45% nelle varietà tardive Virginia e Palmetto; il massimo con 7,02% nelle varietà Borzi, egualmente tardiva mentre anche le varietà più precoci, «Giessener 850 e F 1», presentano elevati tenori in azoto superiori alla media. Questa risulta essere eguale a $6,2641 \pm 0,4226\%$.

Il minimo contenuto in grasso grezzo si è avuto nella varietà tardiva «Halito» con 17,78%; il massimo nella varietà a ciclo medio, Platter gialla, con 21,95%, mentre le due varietà più precoci, Giessener 859 e F 1, presentavano tenori inferiori alla media che è $19,7135 \pm 0,2265\%$.

I valori delle deviazioni standard e dei coefficienti di variazione, ossia delle deviazioni standard espresse come percentuale delle medie ci dicono che i costituenti azotati e grassi delle soie variano in misura abbastanza sensibile e che i tenori in azoto totale variano in misura leggermente superiore a quelli dell'estratto etero: 6,75 coefficiente di variazione per l'azoto totale, 5,97 coefficiente di variazione per il grasso grezzo.

Sfogliando la letteratura sulla soia (5, 6, 7) si trova che, in genere, varietà a maggiore contenuto in azoto presentano un corrispondente minor tenore in grasso e viceversa. Ho ricercato se esistesse una tale correlazione, benché non apparente all'esame superficiale delle cifre, anche nelle 27 varietà in oggetto. Il coefficiente di correlazione fra l'azoto totale e l'estratto etero risulta essere $r = -0,1801$, quindi correlazione negativa a basso valore assoluto. Però il calcolo del t per la prova di significatività conduce ad un $t = -1,0955$ cui corrisponde una probabilità $P > 0,05$; pertanto il coefficiente di correlazione fra l'azoto totale e i grassi delle 27 varietà esaminate di soia non è significativo.

Dalla tabella I appare inoltre che le sostanze azotate della soia sono per la quasi totalità di vera natura proteica poichè l'azoto protidico oscilla dal 94,16% al 98,83% rispetto all'azoto totale. La variabilità dell'azoto protidico, come indicato dai valori della deviazione standard e del coefficiente di variazione, è leggermente superiore a quella dell'azoto totale, ma ciò si può attribuire alla più lunga manualità dell'analisi; il che accresce naturalmente le cause di errore.

* Si può, per incidenza, riferire che le soie esaminate si sono sviluppate in una stagione estiva anormalmente piovosa (estate 1948).

Considerando ora il valore percentuale dell'ultima colonna della tabella I si osserva che la percentuale dell'azoto protidico sull'azoto totale diminuisce passando dalle varietà precoci a quelle tardive. Questo fatto e quello della indipendenza della quantità di protidi grezzi, oltre che dell'estratto etero, dal fattore « lunghezza del ciclo » potrebbero indurre a pensare che nelle varietà più precoci esistano maggiori quantità di enzimi oppure sistemi enzimatici più attivi che nelle tardive. Si potrebbe anche far ricadere la responsabilità alle diverse ore di insolazione sopportate dalle varietà durante la fase di ascesa delle riserve al seme e nella maturazione dei semi stessi: giorni lunghi per le varietà precoci (mesi di giugno e luglio), giorni più brevi per le varietà tardive (mesi di ottobre e novembre). Potrebbe anche essere la diversa intensità di energia radiante assorbita in questa delicata fase della maturazione a modificare il processo di sintesi protidica, in analogia al comportamento dei grani teneri e duri che mutano sensibilmente le qualità dei loro glutini quando coltivati sotto clima non adatti.

Per quanto riguarda i lipidi mi sono limitato, in queste prove, a determinare il contenuto dei grassi grezzi allo scopo di individuare, per i nostri immediati fini agronomici, le varietà più oleose. Ho di proposito tralasciato ogni determinazione sulla composizione e sulla qualità degli olii ottenuti mentre invece, usando tre solventi diversi (etere, benzina, trielina), ho compiuto quattro estrazioni distinte per la temperatura in cui la farina veniva tenuta durante il processo estrattivo: 25–28° C. nell'estrazione con etere, 57–60° C. in quella con benzina, 50–53° C. e 80–83° C. nelle due estrazioni con trielina. Come apparecchiatura mi sono valso dei comuni estrattori Soxhlet; per l'estrazione con trielina a 80–83° C. ho avvolto la parte centrale dell'apparecchio con un manicotto coibente ottenendo così la costanza della temperatura. In tutte le estrazioni questa veniva controllata mediante un termometro appeso nell'interno del Soxhlet stesso e col bulbo pescante nella massa in estrazione. Nella manualità del lavoro di laboratorio di questa come delle altre serie di determinazioni ho avuto il valido aiuto del tecnico signor M. M a n e t t i , che qui ringrazio.

I solventi benzina e trielina usati furono quelli del commercio e destinati agli oleifici. La benzina presentava la temperatura media di distillazione o numero di distillazione N. D. = 66°, 05 C. La trielina, fresca e per tutto il periodo delle estrazioni, ha presentato un punto di ebollizione eguale a 86° C., ed un'acidità pari al 0,006 % di acido cloridrico in peso.

I risultati di questo quattro estrazioni sono riportati nella tabella II. Pur non notandosi un comportamento preciso e parallelo in

Quantitativi di lipidi grezzi estratti
in condizioni diverse, da farine di soia

Numero progressivo	Varietà	Estrazione con etere a 25-28° C.	Estrazione con benzina a 57-60° C.	Estrazione con trielina	
				a 50-53° C.	a 80-83° C.
		% sulla sostanza secca			
1	« Giessener 850 » . . .	19,58	19,34	19,44	22,63
2	« Giessener F I » . . .	18,87	18,57	20,43	20,76
3	« Kaiser V »	19,20	19,58	19,27	20,54
4	« 3234 »	19,26	18,80	19,10	20,35
5	« Caiuga »	21,50	20,89	21,55	22,26
6	« Dieckmann's nera » .	18,18	17,52	18,76	19,18
7	« Manciuriana »	19,88	19,84	19,52	22,08
8	« Platter gialla » . . .	21,95	21,69	21,68	22,78
9	« Frassineto n. 1 » . .	20,78	20,70	20,14	22,83
10	« J. S. 14 »	20,13	20,16	20,08	22,26
11	« Gialla Lombarda » . .	18,88	18,68	18,41	20,34
12	« Marrone di Manciuria »	18,27	17,78	18,15	19,16
13	« Frassineto n. 2 » . .	20,78	20,86	20,28	23,59
14	« Sgaravatti seme giallo »	19,88	19,70	19,28	20,61
15	« Piave »	20,71	20,46	20,66	21,51
16	« Milano »	20,50	19,37	19,98	21,41
17	« Abaro »	20,04	19,62	19,22	20,44
18	« Ito-San »	21,70	21,98	21,46	23,43
19	« Wilson »	20,38	20,26	20,80	21,37
20	« Macoupin »	20,51	20,10	20,24	21,50
21	« Palmetto »	18,10	17,97	18,58	19,32
22	« Pekin »	18,34	17,84	18,56	19,88
23	« Virginia »	20,00	20,25	20,26	21,80
24	« Sennari »	19,27	18,86	19,01	19,72
25	« Halito »	17,78	17,53	18,58	19,38
26	« Tokio »	19,90	19,43	20,89	20,43
27	« Borzi »	17,80	17,72	17,31	18,29
Media errore standard		19,7133 0,2205	19,4630 0,2407	19,6904 0,2131	20,9967 0,3659
Deviazione standard . .		1,1700	1,2507	1,1072	1,0012
Coefficiente di variazione .		5,97	6,43	5,02	9,05

ogni varietà con le 4 estrazioni, il confronto delle medie dice che il potere estraente dei tre solventi usati è eguale eccetto il caso dell'impiego della trielina a 80-83° C., cui corrisponde una maggiore quantità di sostanze estratte. Una tale affermazione trova la sua conferma nell'analisi della varianza del tenore in sostanze estratte, calcolata rispetto alla varietà ed al trattamento di estrazione. Infatti mentre l'analisi della varianza per le quattro estrazioni:

Fonte della variazione	Somma dei quadrati	Gradi di libertà	Quadrato medio	Rapporti varianze	P
Totale	241,8435	107	2,26022		
Varietà	104,8341	26	4,03208	3,18608	<0,001
Trattamento	38,2978	3	12,76593	10,08741	<0,001
Discrepanza	98,7116	78	1,26553		

indica che i contenuti in sostanze grasse diversificano in modo altamente significativo sia rispetto alla varietà che al trattamento, l'analisi della varianza per solo tre estrazioni, escludendo quella con trielina a 80-83° C.:

Fonte della variazione	Somma dei quadrati	Gradi di libertà	Quadrato medio	Rapporti varianze	P
Totale	109,5972	80	1,33996		
Varietà	101,5149	26	3,90442	25,22739	<0,001
Trattamento	0,0343	2	0,01715	—	—
Discrepanza	8,0480	52	0,15477		

mette in luce che i contenuti in sostanze estratte diversificano in modo molto significativo in rapporto alla varietà, ma non presentano alcuna differenza significativa in relazione al trattamento. Si può pertanto essere autorizzati a dedurre che la maggiore estrazione della trielina a 80-83°C. è reale e non rientra nel limite degli errori. Sarebbe stato interessante determinare quali siano le sostanze che la trielina a caldo estrae in più, ma queste ricerche mi avrebbero allontanato dal programma di indagini. Posso qui accennare come gli olii così estratti si presentino più scuri e forse più densi di quelli ottenuti con gli altri tre procedimenti. Un'ulteriore indagine sulla parte insaponificabile potrà meglio chiarire la causa delle differenze riscontrate.

Digeribilità tripsinica in farine integrali
e disoleate di soia

Numero progressivo	Varietà	% azoto aminico dopo digestione, riferito all'azoto totale, in:				
		farine integrali	farine sgrassate con:			
			etere a 25-28° C.	benzina a 57-60° C.	trielina a 50-53° C.	trielina a 80-83° C.
1	« Giessener 850 » . . .	32,27	26,51	28,00	26,69	26,00
2	« Giessener F I » . . .	29,59	22,62	23,70	26,22	24,49
3	« Kaiser V »	25,15	21,15	21,91	22,66	20,12
4	« 3234 »	24,30	20,55	22,20	22,47	19,79
5	« Caiuga »	27,48	20,18	21,97	20,05	19,76
6	« Dieckmann's nera » . .	24,55	21,18	22,82	21,12	20,94
7	« Manciuriana »	28,73	24,37	25,03	22,05	19,49
8	« Platter gialla »	25,08	22,11	25,77	25,82	24,31
9	« Frassineto n. I » . . .	27,38	20,19	21,46	22,55	19,13
10	« J. S. 14 »	31,69	24,73	24,79	22,37	20,30
11	« Gialla Lombarda » . .	29,27	24,78	25,00	23,71	20,53
12	« Marrone di Manciuria »	27,53	22,63	23,21	22,49	19,16
13	« Frassineto n. 2 » . . .	28,30	23,06	25,22	23,48	20,24
14	« Sgaravatti seme giallo »	26,32	22,62	23,25	24,02	19,15
15	« Piave »	29,87	26,36	26,32	25,27	25,24
16	« Milano »	27,42	23,50	26,11	25,57	23,19
17	« Abaro »	26,77	22,35	24,12	24,16	22,92
18	« Ito-San »	28,61	25,06	26,04	24,71	23,38
19	« Wilson »	29,26	24,98	25,96	23,48	20,22
20	« Macoupin »	28,32	23,31	23,54	23,27	21,33
21	« Palmetto »	28,21	23,23	23,61	19,79	17,32
22	« Pekin »	24,51	20,77	21,08	21,99	20,39
23	« Virginia »	26,26	23,49	22,44	22,16	19,92
24	« Sennari »	31,16	28,69	27,35	28,97	25,23
25	« Halito »	29,18	25,66	28,07	28,28	25,15
26	« Tokio »	27,80	26,24	25,40	25,34	24,98
27	« Borzi »	32,36	26,28	27,63	27,70	25,59
Media $\pm$ errore standard		28,0507 $\pm$ 0,4394	23,5777 $\pm$ 0,4342	24,5185 $\pm$ 0,3940	23,9437 $\pm$ 0,4535	21,7877 $\pm$ 0,4906
Deviazione standard . .		2,2835	2,2562	2,0475	2,3563	2,5494
Coefficiente di variazione . .		8,14	9,59	8,36	9,84	11,70

La digeribilità delle proteine della soia è stata oggetto in questi ultimi anni di ricerche da parte di vari autori italiani e stranieri (1, 3, 9, 11) in vista dell'utilizzazione dei pannelli di soia e delle farine di estrazione nell'alimentazione del bestiame. Da queste ricerche (1, 3, 9, 10, 11) è emerso come il riscaldamento dei semi oleosi induca nelle loro proteine una denaturazione che si manifesta con una caduta di digeribilità. Una analoga caduta, dovuta ad altro tipo di denaturazione si ha quando si procede all'estrazione delle sostanze grasse dei semi sia mediante solventi che per pressione (1, 3, 9, 10). Era ora interessante vedere se solventi diversi esplicano un'azione denaturante diversa oppure no. Ciò è stata appunto l'oggetto della seconda parte di questo lavoro utilizzando le farine disoleate con i trattamenti precedentemente indicati.

Per la determinazione della digeribilità ho eseguito l'attacco delle farine *in vitro* con soluzione tripsinica secondo il metodo del Laboratorio di Chimica agraria dell'Università di Milano (9) e, adottando la nomenclatura di Fabris e Cioffi (3), indico come digeribilità tripsinica la percentuale, rispetto all'azoto totale, dell'azoto aminico presente dopo la digestione e come solubilità tripsinica l'analoga percentuale dell'azoto solubilizzato nel processo digestivo. I due gruppi di valori trovati per le cinque serie di farine integrali e disoleate sono riportate separatamente nelle tabelle III e IV.

Dalla tabella III si ha la conferma che nelle farine di soia la digeribilità tripsinica *in vitro* è bassa e che un ulteriore sensibile abbassamento è indotto dai processi estrattivi delle sostanze grasse. Da una media di $28,0507 \pm 0,4394$ % per le farine integrali si scende sino a $21,7877 \pm 0,4906$ per quelle disoleate. Le seguenti cifre, calcolate ponendo 100 la quantità la digeribilità tripsinica delle farine integrali, indicano chiaramente questa caduta di digeribilità:

	Digeribilità tripsinica
Farine integrali	100,—
Farine disoleate con etere a 25-28° C.	84,05
Farine disoleate con benzina a 57-60° C.	87,41
Farine disoleate con trielina a 50-53° C.	85,36
Farine disoleate con trielina a 80-83° C.	77,67

L'analisi della varianza per l'azoto aminico delle farine ottenute dalle quattro disoleazioni:

Fonte della variazione	Somma dei quadrati	Gradi di libertà	Quadrato medio	Rapporti varianze	P
Totale	667,1301	107	6,23486		
Varietà	488,2866	26	18,78025	22,06119	<0,001
Trattamento . . .	112,4438	3	37,48127	44,02931	<0,001
Discrepanza . . .	66,3997	78	0,85128		

ci dice inoltre che esistono differenze altamente significative sia per la varietà che per il trattamento e maggiori per quest'ultimo che per la varietà.

Un'altra analisi di varianza riferita però, in analogia a quanto fatto per il contenuto in sostanze grasse, all'azoto aminico delle farine ottenute da solo tre estrazioni, escludendo quella con trielina a 80-83° C.

Fonte della variazione	Somma dei quadrati	Gradi di libertà	Quadrato medio	Rapporti varianze	P
Totale	397,8498	80	4,97312		
Varietà	322,7570	26	12,41374	10,2545	<0,001
Trattamento . . .	12,1436	2	6,07680	5,0198	0,05 ÷ 0,01
Discrepanza . . .	62,9492	52	1,21056		

indica un'alta significatività delle differenze nei riguardi della varietà ed una molto minore rispetto al trattamento. Ciò induce a pensare che l'azione denaturante dei tre solventi usati sia pressochè eguale, mentre si fa sentire in misura apprezzabile, a parità di solvente, l'azione della temperatura.

Risulterebbe da queste prove che l'azione della temperatura, durante la fase dell'estrazione delle sostanze grasse mediante solventi, sia nulla sino a 60° C., in prossimità cioè della temperatura di coagulazione delle proteine ed invece sia ben sensibile superando sia pur di poco tale temperatura. Questa potrebbe pertanto indicare il limite massimo della temperatura da raggiungersi nei processi di disoleazione con solventi per non accrescere ulteriormente la già sensibile caduta di digeribilità *in vitro* dei protidi.

Nella ricerca di un'eventuale connessione fra protidi e sostanze grasse, che si presume siano fra loro intimamente connesse in complessi lipoproteici, ho calcolato, per le 27 varietà esaminate, il coefficiente di correlazione fra il contenuto dell'estratto etereo e la digeribilità

tripsinica delle relative farine, sia integrali che disoleate con etere. I due coefficienti di correlazione sono rispettivamente $r = -0,0729$ e $r = -0,1162$, ossia negativi ed a valore assoluti molto piccoli. I corrispettivi valori di t risultarono essere $t = 0,3654$ e $t = 0,5868$ ai quali corrisponde per entrambi un $P > 0,05$: essi quindi non attribuiscono alcuna significatività ai valori dei due coefficienti di correlazione.

Considerando ora la solubilità tripsinica riportata nella tabella IV appare un fatto opposto a quanto rilevato per la digeribilità tripsinica e precisamente che i tenori in azoto solubilizzato aumentano dopo la disoleazione. Ciò si può spiegare in quanto l'azoto solubilizzato indica la prima rottura dell'edificio proteico e naturalmente questa è maggiore quando una precedente estrazione ha provocato l'allontanamento dei grassi che proteggono, meccanicamente o in complessi lipoproteici, le grosse micelle protidiche. Che questa misura della digestione sia poi più grossolana è meglio indicato dai più bassi valori dei coefficienti di variazioni, compresi fra 5,02 e 8,21, rispetto a quelli dell'azoto aminico, compresi invece fra 8,36 e 11,70.

Anche l'analisi della varianza per i valori dell'azoto solubilizzato:

Fonte della variazione	Somma dei quadrati	Gradi di libertà	Quadrato medio	Rapporti varianze	P
Totale	3.246,1919	107	30,05733		
Varietà	2.295,5595	26	88,29075	7,94718	<0,001
Trattamento . . .	6,0760	3	2,02533	—	—
Discrepanza . . .	944,5564	78	11,10969		

indicando, al contrario che per la digeribilità tripsinica, l'esistenza di differenze altamente significative rispetto alle varietà e l'assenza di significatività rispetto al trattamento, conferma il precedente asserto.

Ho voluto infine estendere l'indagine al di fuori dei processi di estrazione di laboratorio, analizzando e determinando la digeribilità e solubilità tripsinica di 4 farine di soia disoleate provenienti dal commercio: due molto fini, color giallo canarino, di provenienza americana e precedentemente destinate alla panificazione (farine n. 1 e n. 2); una macinata molto grossolana, color giallo sporco, con impurità (farina n. 3); una color marrone, a piccole scaglie, disoleata con

Solubilità tripsinica
in farine integrali e disoleate di soia

Numero progressivo	Varietà	° azoto solubilizzato dopo digestione, riferito all'azoto totale, in:				
		farine integrali	farine sgrassate con:			
			etere a 25-25° C.	benzina a 57-60° C.	triellina a 50-53° C.	triellina a 80-83° C.
1	« Giessener 850 »	75.00	82,36	83,14	81,61	82,41
2	« Giessener F 1 »	76.11	85,59	85,88	83,02	84,13
3	« Kaiser V »	72.40	78,29	79,00	80,43	78,90
4	« 3234 »	76,52	80,75	78,13	83,51	81,48
5	« Cajuga »	74,86	78,74	80,87	79,42	82,34
6	« Dieckmann's nera »	71,54	79,91	81,58	78,56	76,51
7	« Manciuriana »	69,61	77,29	77,93	75,34	76,30
8	« Platter gialla »	75,64	82,09	83,47	81,09	80,96
9	« Frassineto n. 1 »	77,77	87,94	86,12	82,63	84,09
10	« J. S. 14 »	74,00	82,33	85,00	81,80	80,08
11	« Gialla Lombarda »	69,90	79,72	82,03	78,88	78,43
12	« Marrone di Manciuria »	71,57	82,98	78,92	68,11	64,57
13	« Frassineto n. 2 »	72,68	81,08	79,78	82,93	77,58
14	« Sgaravatti seme giallo »	79,57	85,23	89,25	86,22	88,32
15	« Piave »	78,70	57,00	87,55	86,07	83,98
16	« Milano »	80,13	90,44	93,97	89,55	93,94
17	« Abaro »	74,88	84,34	86,21	93,85	94,64
18	« Ito San »	77,27	85,55	83,18	85,13	81,63
19	« Wilson »	76,17	81,95	81,01	81,86	83,22
20	« Macoupin »	75,87	82,69	79,03	79,86	82,36
21	« Palmetto »	76,68	83,98	86,07	85,17	88,35
22	« Pekin »	69,29	79,17	78,00	81,66	82,81
23	« Virginia »	68,60	76,11	73,26	73,04	76,50
24	« Sennari »	83,16	02,02	88,65	88,85	90,25
25	« Halito »	83,12	80,07	02,08	97,83	98,28
26	« Tokio »	76,36	83,75	85,18	84,55	87,07
27	« Borzi »	80,28	00,50	00,53	88,84	80,81
Media errore standard		75,4000 0,7448	83,3015 0,8040	83,5844 0,9480	82,9315 1,1558	83,2941 1,3163
Deviazione standard		3,8704	4,1827	4,0262	6,0061	6,8397
Coefficiente di variazione		5,13	5,02	5,80	7,24	8,21

solfuro di carbonio (farina n. 4). I risultati della digestione tripsinica *in vitro*, riportati nella tabella V, sono abbastanza diversi fra loro ed alcuni anche rispetto a quelli delle precedenti determinazioni, però le differenze sono facilmente spiegabili.

TABELLA V

Composizione, digeribilità e solubilità tripsinica in farine commerciali disoleate di soia

Farine	Azoto totale	Azoto protidico	Estratto etereo	% azoto protidico su azoto totale	Digestione tripsinica	
commerciali	% su sostanza secca				% azoto aminico	% azoto solubile
1	8,20	8,14	5,60	99,27	27,3	99,0
2	8,62	8,56	1,15	99,30	21,7	98,5
3	8,31	7,84	2,08	94,34	17,9	86,2
4	8,45	7,80	2,55	92,31	22,3	83,2

Alla farina n. 1, americana, con massima digestione tripsinica corrisponde un elevato tenore in grasso, ossia una disoleazione non spinta a fondo non ha indotto la normale caduta di digeribilità. Questa invece risulta essere normale per la farina n. 2, americana, bene sgrassata e per la farina n. 3 disoleata con solfuro di carbonio e con ancora un lieve contenuto in grassi. La farina n. 4 presenta invece una digeribilità tripsinica molto bassa e non imputabile a cause messe in luce dagli altri dati di analisi. Si potrebbe forse imputare questa bassa digeribilità all'invecchiamento della soia, che per il campione in oggetto risulta essere stata immagazzinata in seme da oltre due anni, oppure alla macinazione molto grossolana della farina in confronto a quella delle finissime farine nn. 1 e 2. Credo però che quest'ultima supposizione sia da escludere in quanto anche la farina n. 3 è grossolana, a scaglie, ed inoltre dalle precedenti serie di determinazioni è risultato che la finezza delle farine sembra avere poca influenza sulla loro digeribilità: le farine integrali, macinate in laboratorio, si presentavano molto più grossolane delle stesse disoleate. Una prova orientativa condotta con farine macinate molto più fini delle altre e setacciate non ha dato differenze rilevabili. Tuttavia anche questo argomento, come alcuni altri accennati nel corso del lavoro, avrebbe bisogno di un'ulteriore delucidazione.

A conclusione delle presenti indagini, oltre a confermare che i protidi delle farine di soia disoleate, con estrazione di laboratorio

ed industriali, risultano meno digeribili *in vitro* di quelle di farine integrali, si può dire che la caduta di digeribilità non è influenzata dal tipo di solvente usato mentre viene ulteriormente accresciuta quando la temperatura supera i 60° C. durante l'estrazione.

RIASSUNTO

Sono qui esposti i risultati dell'analisi chimica di farine di 27 varietà di soia, coltivate sperimentalmente nello stesso ambiente (Toscana) e nello stesso anno (1948). Dall'indagine statistica dei dati risulta che il contenuto in azoto totale varia in maniera sensibile con la varietà ed in misura leggermente superiore a quello dell'estratto etereo; inoltre per questi due costituenti non esiste — per le 27 varietà esaminate — alcuna correlazione né fra loro né con la durata del ciclo vegetativo delle piante. Sembra invece esistere una correlazione fra quest'ultima ed il contenuto in azoto protidico.

Sottoposte queste farine all'estrazione con etere a 25–28° C., benzina a 57–60° C., trielina a 50–53° C., trielina a 80–83° C., si è trovato che le prime tre estrazioni non danno differenze significative nella quantità di materiale estratto mentre l'ultima estrae in maggior copia.

Infine le cinque serie di farine sono state sottoposte a digestione tripsinica *in vitro*. Si conferma la bassa digeribilità *in vitro* delle farine integrali di soia e la caduta di digeribilità in seguito all'estrazione dei lipidi. Questa caduta è apparsa quasi eguale, con differenze poco significative, per i tre solventi usati se l'estrazione viene effettuata sotto i 60° C. mentre aumenta con differenze altamente significative se l'estrazione viene effettuata a 80–83° C.

SUMMARY

DIGESTIBILITY OF PROTEINS IN WHOLE SOYBEAN MEALS AND IN MEALS HAVING THE OILS EXTRACTED BY DIFFERENT SOLVENTS

by GIUSEPPE ROCCHETTI

Here are reported the results of chemical analyses of 27 soybean meals, experimentally cultivated under the same ecological conditions (Tuscany, summer 1948). Statistical analysis of the data shows that

the total nitrogen content varies in sensible measure with the variety and a little more than the ether extract content. For the 27 varieties examined there is no correlation between these two constituents nor between them and the length of the vegetative cycle. On the contrary it seems that correlation exists between the latter and the proteidic nitrogen content.

The meals were exhausted with ether at 25–28° C., gasoline at 57–60° C., tri at 50–53° C. and tri at 80–83° C., and the result was that the first three extractions gave no significant differences while the last exhausted more.

The 5 series of meals were submitted to trypsin digestion *in vitro*. It confirmed the low digestibility *in vitro* of whole soybean meals and the lowering of digestibility in consequence of the extraction of fats. This fall seems about equal, with little significant differences, for the three solvents employed when the extraction is carried out at temperatures below 60° C. The same fall increases in highly significant measure when the exhaustion process is carried out at 80–83° C.

LAVORI CITATI

- (1) ALDERKS, O. H. The study of 20 varieties of soybeans with respect to quantity and quality of oil, isolated protein and nutritional value of the meal. *Journ. Amer. Oil Chemists' Society*, March 1949, XXVI, 3, 126–132.
- (2) DELAGE, J., e FRANÇOIS, A. Il pannello di soia. *Allevamenti nel Mondo*, aprile 1949, XXIV, 4, 101.
- (3) FABRIS, A., e CIOFFI, R. M. Ricerche ulteriori sull'influenza della disoleazione e del riscaldamento sulla digeribilità e solubilità di alcune proteine vegetali. *La Ricerca scientifica*, 1948, XVII.
- (4) FABRIS, A., e CIOFFI, R. M. Ricerche e considerazioni sull'uso dei pannelli e delle farine di estrazione. *Rivista di Zootecnia*, ottobre 1949, XXII, 10, 312–313.
- (5) IWANOFF, N. N. Biochemie der Leguminosen und Fouragepflanzen. Amsterdam, Nitgeverji, 1948.
- (6) LI JU, JING, et GRANDOVINET, L. Le soya, Paris, Challamel, 1812.
- (7) MATAGRIN, A. Le soya et les industries de soya. Paris, Gauthier Villars, 1939.
- (8) PRATOLONGO, U. Ricerche biochimiche sulle proteine. *Annali del Laboratorio di Chimica agraria della R. Università di Milano*, 1946, III, 1–94.

- (9) PRATOLONGO, U., FABRIS, A., e MODENA, S. Ricerche biochimiche sulle proteine. *Annali del Laboratorio di Chimica agraria della R. Università di Milano*, 1946, III, 95-111.
- (10) PRATOLONGO, U., FABRIS, A., SARTORI, G. P., e CIOFFI, R. M. L'influenza del riscaldamento e della disoleazione sulla digeribilità di alcune proteine vegetali. *La Ricerca scientifica*, 1947, XVII.
- (11) RIESEN, N. H., CLAUDININ, D. R., EVELHAM, C. A., and CRAVENS, W. W. Liberation of essential aminoacid from raw, properly heated and overheated soybean oil meal. *Journ. Biol. Chemistry*, 1947, 167, 143-150.
- (12) ROMPIETTI, A., e ROCCHETTI, G. Prove di orientamento e ricerche sulla soia. *Rivista di Agricoltura subtropicale e tropicale*, 1949, XLIII, 228-253.

ANTONIO CICCARONE

I «FRUTTI STROZZATI» DEL POMODORO «SAN MARZANO»

Nell'estate del 1949, nel corso di osservazioni fitopatologiche sul pomodoro in agro di Battipaglia, mi fu dato di osservare una frequente anomalia dei frutti della varietà «San Marzano» (in senso lato, ivi comprese le varietà «Fiaschello» e «Lampadina»). Ne parlai con il prof. Antonio De Benedictis, capo dell'Ispettorato dell'Agricoltura per la provincia di Salerno, e notai che la malformazione non era priva di interesse pratico, poichè rendeva i frutti meno adatti alla preparazione dei pelati. Mi fu anche asserito che le partite di pomodoro che la presentano con maggior frequenza possono essere considerate con minor favore e scemare proporzionalmente di valore. Avendo trovato nella letteratura precedente un solo accenno al fenomeno (22), cercai di rendermi diretto conto di esso mediante osservazioni microscopiche, con i risultati che espongo in questa nota.

Descrizione dell'anomalia

All'osservazione esterna, i «frutti strozzati» presentano una profonda costrizione trasversale della metà distale; talora strettamente localizzata all'apice del frutto (fig. 1) ed interessante per pochi millimetri l'asse longitudinale di questo (fig. 2); tal'altra determinantesi più in basso, fino a circa metà della bacca (fig. 3). Conseguentemente, i pomodori si presentano come divisi in due frutti sovrapposti per proliferazione (diafisi floripara di Penzig, proliferazione antogenica di Gordon) e ricordano in qualche modo alcuni fenomeni teratologici comuni fra gli agrumi («aranci fetiferi» di M. Tenore). Tali frutti, tuttavia, sezionati (figg. 4 e 5), mostrano la sicura continuità del pericarpo e dell'asse placentare attraverso la costrizione — in corrispondenza della quale è talora possibile osservare i residui dell'androceo e della corolla — e non permettono così di porre in dubbio l'appartenenza delle parti sovrapposte

Nomenclatura del frutto di pomodoro seguita nel corso del lavoro

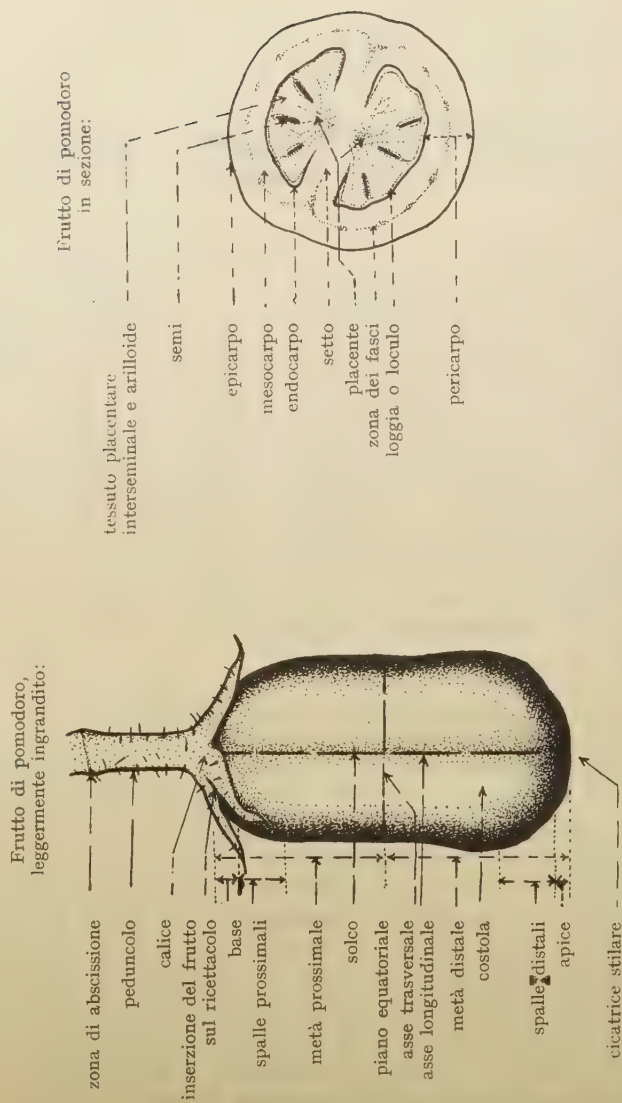


Fig. 1.

ad un solo carpello ed in genere ad un solo frutto; talora si può solo notare, ma non sicuramente, l'adesione della placenta alla parete.

La malformazione, che per quanto dirò in seguito non credo di poter considerare fenomeno teratologico *, si nota già chiaramente in frutticini da poco allegati, di cm. 0,4-0,5 di lunghezza, con parete del pistillo misurante circa μ 350-400 in spessore e costante di circa 15-20 strati di cellule (il pistillo del « San Marzano » in antesi ha circa μ 80 di spessore e 7-8 strati di cellule). Secondo Smith e Cochran (18), ciò corrisponderebbe, nelle condizioni da essi incontrate, a circa 3 o 4 giorni dalla fine dell'antesi.

Su di essi si nota, come si è già accennato, il persistere della base conata dell'androceo e della corolla nella strozzatura (fig. 2).

L'osservazione microscopica di sezioni sottili dei frutti strozzati permette, su individui giovani, di notare lo schiacciamento dell'epidermide ancora pelosa e non fortemente cutinizzata dei pistilli,



FIG. 2. — Frutto apicalmente « strozzato ». Si distinguono i residui dell'androceo e della corolla. Leggermente ingrandito.

* La teratologia, nonostante definizioni sommarie, anche moderne, al riguardo [vedasi ad es. in Knight (9), « Teratology. The study of morphological or anatomical abnormalities (especially malformations or monstrosities) », p. 147], mi sembra limitata alla descrizione di deformazioni (a seconda della loro entità: modificazioni, anomalie, mostruosità), difficilmente ereditabili e la cui causa sconosciuta agisce durante lo sviluppo embrionale dell'individuo o sull'abbozzo o nei primi stadi giovanili dell'organo o del tessuto deformati. Mi sembra pertanto di dover escludere da questo ramo della botanica le malformazioni, come quella in esame, di cui si conoscono le cause esterne anche non parassitarie — le quali rientrano nella patologia — o quelle che, pur essendo di origine sconosciuta, colpiscono un organo o un tessuto adulti (alcuni tumori ed altre anomalie considerati nella provvisoria categoria delle alterazioni fisiologiche). Per questo, esclusi i fatti patologici, la teratologia si va di continuo riducendo, via via che si approfondiscono le nostre conoscenze sui fatti stessi [vedansi anche al riguardo: i « Vorrede » di O. Penzig (17); H. Morstatt (14, pp. 100-101); e G. B. Traverso (19, p. 547)].



FIG. 3. — «Frutti strozzati» vicini alla maturazione.
Leggermente ridotti.

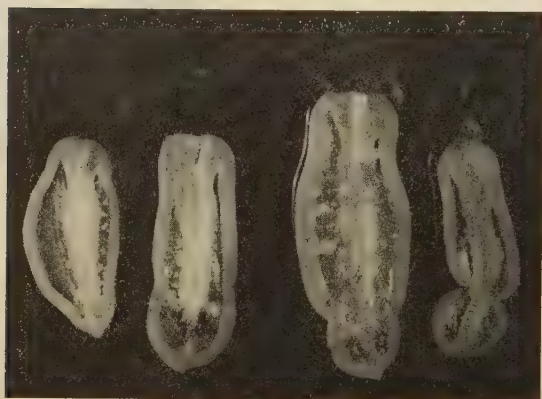


FIG. 4. — Frutticini in sezione, mostrandoti diversi gradi di
«strozatura» (il fenomeno si mostra più intensamente
negli individui di destra). Circa grandezza naturale.

in corrispondenza della depressione, e la riduzione a $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{3}$ di spessore del mesocarpo, specie esternamente al cerchio dei fasci. In seguito, col maturare dei frutti, si mette in evidenza una più profonda alterazione della cuticola (che rimane sbiadita al Sudan IV) e dell'epidermide stessa, e la presenza, per uno spessore di circa μ 150, di cellule suberizzate equidiametrali di μ 20-25, regolarmente disposte in 6-8 strati e

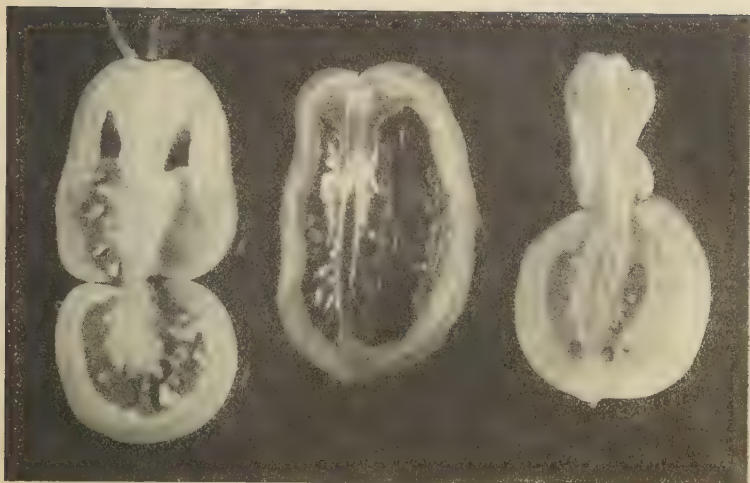


FIG. 5. — Gli stessi frutti della figura 3, in sezione. Al mezzo un frutto normale. Leggermente ridotti.

simulanti — meno che per l'affinità verso il Sudan IV — lenticelle in sezione. L'insieme di questi strati forma come una cintura cicatriziale, appena protrudente sulla superficie del frutto. Al di sotto si notano, per uno spessore di circa μ 20–30, 5–6 strati di cellule a pareti cellulosiche (blu con il clorioduro di Zn) in attiva divisione tangenziale, che poi nel frutto adulto si presentano schiacciate e ridotte a μ 10–15 di spessore. Tutto intorno alla lesione è spesso visibile un'anormale abbondanza di cristalli di ossalato di calcio (resistenti all'acido acetico, facilmente solubili, senza sviluppo di gas. in HCl). Se poi l'alterazione dei tessuti è meno sensibile, non si osserva suberificazione, ma imbrunimento e leggera gommitizzazione delle pareti nelle cellule del mesocarpo. Queste sono ridotte di numero ed irregolarmente stirate. Di conseguenza il decorso dei fasci è per breve tratto anormalmente sinuoso e vicino alla superficie esterna.

Talora invece (fig. 6) la pressione esercitata sulla parete del frutticino è tale da incollare all'epidermide i residui dei verticilli adiacenti decaduti; sicchè essa epidermide cade in necrosi ed aderisce loro, quando si tenta di separarli. In tali casi i tessuti, per tutto lo spessore della parete, si presentano sfibrati nei diversi strati cellulari e intimamente decaduti (si rigonfiano malamente in acqua); e l'alterazione, facilmente riconoscibile all'osservazione microscopica per il colore giallastro che assumono le cellule che ne sono interessate,

si riscontra anche nei tegumenti seminali degli ovuli siti in quella zona e talora nella regione vasale del funicolo e dentro l'asse placentare del frutto.

Ciò fa anche supporre — benchè non si abbiano osservazioni dirette al riguardo — che essa possa determinare carpoptosi.

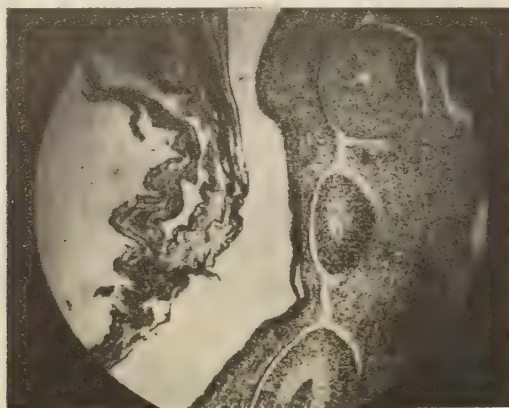


FIG. 6. — Alterazione della parete dell'ovario corrispondentemente alla strozzatura. Anche l'ovulo adiacente si è arrestato nello sviluppo e mostra inizi di decadimento nei tegumenti seminali esterni.

Circa $\times 120$ diam. (inclusione in paraffina; colorazione con emallume di Sass-Mayer; spessore = 12μ).

Brevi richiami di biologia e morfologia florale del pomodoro

Il fiore del pomodoro, come è noto, inizia in forma di abbozzo emisferico, sul quale si differenziano marginalmente ed in senso orario i sepali, che con crescono brevemente alla base e si incurvano al centro, per il maggiore sviluppo delle superfici ab-assiali; iniziano poi, anche essi in successione ed alternati ai membri del verticillio precedente, i petali ed infine gli stami. Petali e stami, tuttavia, per l'attiva divisione cellulare, che subisce il ricettacolo in corrispondenza ai loro abbozzi, con crescono in senso tangenziale e radiale; sicchè le basi della corolla e dell'androceo ne risultano connate. Gli stami, per lo stretto contatto e le papille laterali dei lobi delle antere, formeranno poi un tubo intorno allo stilo del fiore. È noto che i verticilli del perianzio e dell'androceo, tipicamente esameri nelle varietà commer-

ciali multiloculari (fino a 12 membri ricorda H e g i (7) nel calice, nella corolla e nell'androceo; e M o r g a n d o (13) ricorda 22 sepal, altrettanti petali e 26 stami), sono invece pentameri nelle varietà biloculari: *Lycopersicum esculentum* Mill. var. *cerasiforme* Hort. e *L. esculentum* var. *pyriforme* Hort. Questa nozione non sembra senza interesse, poichè essi verticilli pentameri accompagnano di frequente il pistillo bi-carpellare del « San Marzano », che così, anche sotto questo punto di vista, si ravvicina alla varietà *pyriforme* sopra menzionata. Nei fiori con pistillo biloculato, del resto, si osserverebbero anche altre differenze, quali il più precoce differenziarsi dei carpelli (H a y w a r d (6), p. 560)*. Gli stimmi entrano in recettività quasi

* Non mi sembra inopportuno richiamare brevemente anche alcuni dati sistematici e morfologici sulle più comuni forme coltivate di *L. esculentum*. Esse possono essere distinte in:

Varietà multiloculari costolute (ad es. « Ficarazzi »);

Varietà multiloculari tondo-lisce (ad es. « Komet »);

Varietà bi- o pauci-loculari, con frutto allungato (a fiasco, a prugna, a pera (ad es. « Re Umberto » e « San Marzano »);

Varietà bi- o pauci-loculari, con frutto piccolissimo, sferico, per consumo invernale (« Burbank's preserving », (?) « Margherita delle Puglie »).

Le prime varietà sono attribuite a *L. esculentum* tipico (*typicum*) e var. *vulgare* Bailey, rispettivamente; le altre, non sempre sicuramente, in particolare per le maggiori dimensioni dei frutti, sono ravvicinate a var. *pyriforme* Hort. e var. *cerasiforme* Hort. (= *L. pseudo-lycopersicum* Jacq.), rispettivamente. Per l'ultimo gruppo di varietà, tuttavia, si è anche pensato ad un rapporto più diretto con *L. esculentum* var. *pimpinellifolium* Dunal (« Currant tomato »). Il « Burbank's preserving » sarebbe difatti un ibrido di *L. pimpinellifolium* con *L. esculentum*.

Altre varietà coltivate si distinguono per l'abito cespuglioso, eretto, osservabile ad es. nel pomodoro « Immune » del Biologische Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft (*L. esculentum* var. *validum* Bailey); o per i caratteri delle foglie (pomodoro a foglie di patata, *L. esculentum* var. *grandifolium* Bailey).

Circa l'origine della multilocularità, specie nelle forme costolute, è stata sostenuta, dal Wettstein prima (21) e dal Pape poi (16), l'origine dello attuale frutto sincarpico e biloculare delle solanacee da un frutto apocarpico pluricarpellare, che riaccosterebbe le solanacee alle convulacee e nolanacee.

La multilocularità del pistillo di *L. esculentum typicum* potrebbe così avere carattere di atavismo.

E quale è il meccanismo di sua origine? Comunemente, da V o n W e t t s t e i n (21) in poi, la presenza di questi due caratteri è attribuita a « fasciazione ». Quanto ho a più riprese osservato, tuttavia, mi ha portato a condividere in parte l'opinione del già citato P a p e (16), secondo il quale questa « fasciazione » è tutt'altro che frequente — seppure questo termine può essere adottato per organi non più strettamente assili.

La fasciazione è il prodotto dello schiacciamento di una gemma, la quale, dissimmetricamente proliferando le sue cellule meristematiche, dà un getto in sezione trasversale assai più sviluppato secondo un asse che nella direzione a questo normale; getto che mostra talora anche anomalie fillo-tassiche. Non può essere dunque chiamata fasciazione la fusione di due primordi fiorali (sinantia) o di due frutti (sincarpia) o, a maggior ragione, la presenza di carpelli soprannumerari ed avventizi, complicata da pistillodia

contemporaneamente allo inizio dell'antesi; le antere deiscono uno o due giorni dopo. Il che assicura in genere l'autoimpollinazione dei fiori penduli; nei quali tuttavia è sempre possibile una piccola percentuale di fecondazione incrociata, operata in particolare da *Bombus*, specie nelle varietà longistile.

In condizioni favorevoli (temperature di circa 21°-30° C.), la fecondazione avviene a circa 50 ore dall'impollinazione. La caduta

degli altri fillomi del fiore. Il frutto del pomodoro offre poi anche grande ricchezza di altre forme teratologiche (ecblastesi, proliferazione endocarpica, apocarpia), le quali passano sovente inosservate, ma sono cionondimeno frequenti nei tipi coltivati. E questi fatti sono dimostrati dalla pluralità dei canali stilari ed anche dalla più volte segnalata presenza di appendici digitiformi.

Mühlendych (15) veramente mette in rapporto con la multilocularità e la costolatura del frutto anche il comportamento degli assi dell'infiorescenza e dei peduncoli florali. Si avrebbe così un graduale passaggio, dalla moltiplicazione settoriale nel senso di Goebel (5) («Sektorenmehrung») di parti del fiore, alla ramificazione («Gabelung») e all'aumento uniforme radiale del getto florale («Ringfasziation») o infine a fasciazione bilaterale di esso («bilaterale Verbänderung»). Sembra tuttavia che tali conclusioni di per sé interessantissime lascino sempre la multilocularità della bacca in senso stretto principalmente attribuibile a: 1) sinantia o sincarpia; 2) carpelli soprannumerari; 3) falsi setti, cioè ripiegature profonde e proliferazioni del pericarpo, che aderiscono alla placenta assile; la cui presenza nel pomodoro è accettata da von Wettstein (21) e più recentemente da Jones (8, pp. 206-207), ma non da Pape (16). A me sembra tuttavia che il fenomeno occorra, anche se i setti così determinatisi non siano sempre interi, a mo' di quanto avviene ad esempio per i setti veri del vicino genere *Capsicum*.

Ed additrandosi ancora nelle ipotesi, Pape (16) ammette che la multilocularità sia in rapporto con caratteri latenti, che si esprimano di nuovo nelle condizioni di estremo lussureggiamento degli orti nei climi meridionali; ipotesi che sembra si riallacci al pensiero di H. de Vries per il *Papaver somniferum polycephalum* (4) il cui apparire sarebbe connesso con le condizioni di nutrizione che l'individuo incontra in un periodo di recettività giovanile: «Ernährungsbedingungen in der empfindliche Periode der Jugend wirkend».

La multilocularità e la costolatura potrebbero dunque essere in rapporto alle condizioni di vegetazione delle piante e dei genitori che fornirono il seme, come, anche in pratica, osservano tante volte ad esempio gli orticoltori siciliani con varietà inglesi ed olandesi riprodotte nell'isola. Esse però dipenderebbero contemporaneamente da qualità intrinseche della pianta («Praedisposition», «innere Anlage» di Pape *loc. cit.*, p. 585) e sarebbero quindi indici di profonde differenze tra le popolazioni biloculari e quelle multicarpellari.

Queste differenze avrebbero trovato conferma sperimentale nei non del tutto semplici risultati delle ricerche genetiche (22), (10), (12).

Lindstrom (10) trovava ad esempio che la dimensione del frutto è un carattere multifattoriale e che la forma costoluta ed irregolare è dovuta ed un gene produttore fasciazione — nel comune, impreciso senso —, quando presente in condizione omozigota. Yeager (22) metteva la multilocularità in rapporto parziale con tale «fasciazione», ma dipendente anche da altro gene. MacArthur e Butler (12) aggiungevano altri geni, più o meno direttamente legati ai caratteri anzidetti (finora si conoscono 25 geni nel pomodoro coltivato).

A seguito di queste ricerche si penserebbe (11) che il grosso frutto costoluto delle prime varietà orticole avrebbe potuto avere origine da una mutazione inversa («Reverse mutation») corrispondente al gene produttore fasciazione.

della corolla non presenta le stesse modalità nelle diverse popolazioni. Nei pomodori costoluti essa cade senza difficoltà, quando viene raggiunta e spinta in avanti dalle spalle distali del frutticino in accrescimento. Nelle varietà a frutto allungato, nelle quali come si è detto i carpelli si sono differenziati prima, crescendo poco lateralmente e poco incurvandosi verso la placenta assile strettamente adiacente, il pistillo ha posizione diversa rispetto ai verticilli inferiori. Ed essi rimangono più a lungo intorno al frutto.

Fenomeni che dànno origine ai «frutti strozzati»

Come, nello schema anzidetto, può originarsi la «strozzatura» che si esamina? Si sono all'uopo confrontati fiori in antesi o da poco allegati di «San Marzano» con fiori di una varietà tipicamente costoluta dei dintorni di Roma: «Pantano», raccolti nello stesso giorno e nella stessa coltura, a breve distanza. In laboratorio furono poi scartati, specie nella var. «Pantano», tutti i pistilli mostranti deformazioni, adesioni, anomalie in genere.

Nel «San Marzano», su 102 individui, l'altezza dell'ovario risultò compresa entro mm. 1,8 e 13,8 (moda = mm. 2,26-3,25); la larghezza oscillò fra mm. 1 e 5,8 (moda = mm. 1-1,9). Il rapporto $\frac{\text{altezza}}{\text{larghezza}}$ dette un indice, la cui distribuzione è indicata nella tabella I.

TABELLA I

Valore dell'indice in mm.	Numero di osservazioni per ogni classe		Valore dell'indice in mm.	Numero di osservazioni per ogni classe	
	var. «San Marzano»	var. «Pantano»		var. «San Marzano»	var. «Pantano»
0,3	—	2	1,6	11	—
0,4	—	5	1,7	7	—
0,5	—	14	1,8	11	—
0,6	—	28	1,9	13	—
0,7	—	24	2,0	15	—
0,8	—	11	2,1	14	—
0,9	—	7	2,2	9	—
1,0	—	1	2,3	6	—
1,1	—	—	2,4	6	—
1,2	—	—	2,5	2	—
1,3	1	—	2,6	—	—
1,4	1	—	2,7	1	—
1,5	5	—			
			Totale	102	92

Nella varietà « Pantano », su 92 individui, l'altezza fu compresa fra mm. 1,1 e 3,6 (moda = mm. 1,76-2,25); la larghezza fra mm. 1,7-5,2 (moda = mm. 2,51-3) e l'indice distribuito come nella tabella I.

Nella var. « San Marzano », cioè, l'altezza è circa 2 volte la larghezza dell'ovario; nella var. « Pantano » essa è solo 2/3 della larghezza stessa. E questo risultato sembra più attendibile delle differenze assolute in larghezza e in altezza.

Ciò è anche chiaramente visibile nelle figure: 7, 8, 9, e 10.

Della varietà « San Marzano » si tennero separati i fiori in piena antesi (32 individui) dagli altri (70 individui). E le distribuzioni degli indici furono paragonate con i risultati riportati nella tabella II.

TABELLA II

Valore dell'indice in mm.	Numero di osservazioni per ogni classe		Valore dell'indice in mm.	Numero di osservazioni per ogni classe	
	fiori in antesi	frutticini allegati		fiori in antesi	frutticini allegati
1,3	—	I	2,1	3	II
1,4	I	—	2,2	1	8
1,5	2	3	2,3	I	5
1,6	3	8	2,4	2	4
1,7	3	4	2,5	—	2
1,8	8	3	2,6	—	—
1,9	4	9	2,7	—	I
2,0	4	II	Totale	32	70

La differenza fra le due ultime distribuzioni, anche se interessante un non troppo grande numero di osservazioni, sembra mostrare un aumento relativo, assai interessante per il fenomeno in esame, dell'altezza nel corso dell'antesi o subito dopo questa.

Ciò concorda con i risultati dell'osservazione microscopica.

Nelle varietà a frutto multiloculare difatti le basi connate dell'androceo e della corolla sorgono dal ricettacolo facendo — meno che per un breve tratto iniziale — con l'asse del fiore un angolo sensibilmente diverso da quello delle pareti del pistillo; e l'altezza dei filamenti è sensibilmente superiore a quella dell'ovario. E l'ovario è più largo che alto (si sono presi in esame solo fiori con pistilli trasversalmente subcircolari). Sopra questo ultimo pertanto si determina un'intercapedine relativamente ampia (figg. 7 e 8), la cui volta è, per così dire, data dai lobi delle antere, che si riaccostano al centro, a mo' di tubo, superiormente all'ovario. Il frutticino, nel suo accrescimento

post-fiorale, incontra sopra di sè le antere e le spinge in alto semplicemente con la pressione delle spalle distali. L'androceo e la corolla vengono così distaccati in corrispondenza della zona di abscissione; e cadono subito o rimangono ancora per qualche tempo, penduli, sul frutto, insieme allo stilo decaduto.

Nel « San Marzano » invece gli stami decorrono lungo le pareti del pistillo, quasi parallelamente ad esse. Fra i due verticilli pertanto l'intercape-dine è pressochè nulla (fig. 9).

L'ovario, così, giunge a contatto con le antere, quando il fiore è ancora in boccio; e, durante l'antesi, si insinua fra i loro lobi. Di conseguenza esso si presenta alquanto bruscamente rastremato a qualche distanza dall'inserzione sul ricettacolo, ove è lateralmente premuto dalle basi dei verticilli immediatamente inferiori, e dall'apice, ove è costretto dai lobi delle antere; mentre gode di un più facile accrescimento laterale intorno al suo piano equatoriale (fig. 10).

Nello sviluppo post-fiorale, le spalle distali del frutto non sempre facilmente cooperano al distacco del perianzio, secondo una semplice spinta dal basso in alto; ma, nell'operare questa spinta, forzano se stesse nel tubo dell'androceo (non sarebbe difficile scomporre anche geometricamente la spinta così esercitata) (fig. 11); cosicchè l'apice del frutticino ne viene piegato e distorto e lo stilo, imprigionato anch'esso nel tubo, malamente incurvato (fig. 12, in cui solo un lato del pistillo è rimasto imprigionato).

In queste condizioni, i residui del fiore, se non cedono lateralmente, possono rimanere ad incappucciare l'ovario nella sua metà distale; e questo, nel suo ulteriore accrescimento laterale, viene ad incontrare la base connata dell'androceo e della corolla, la quale, premuta così secondo due direzioni (dal basso e di lato), può:

1) indursi a scivolare verso l'alto e liberare così il frutticino (fig. 13);



FIG. 7. — Fiore della varietà « Pantano »
La scala è in mm.

2) cedere alla pressione esercitata lateralmente dal pistillo e rompersi, liberando così ugualmente il giovane frutto *;

3) rimanere intatta per vario tempo intorno all'ovario ed ostacolarne in quella fascia l'ulteriore sviluppo (figg. 14 e 15).

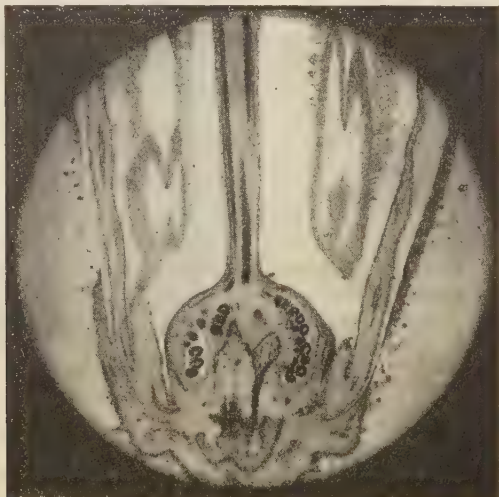


FIG. 8. — Fiore di « Pantano » in sezione.
Circa $\times 22$ diam. (Sezione come nella fig. 6).

In tal caso essa può anche, in ciò forse coadiuvata dal lento sfregamento della parete dell'ovario, giungere a rompere la continuità dell'epidermide ancora sottile; ma di solito ne arresta solo lo sviluppo, ostacolando in quel punto il moltiplicarsi delle cellule del pericarpo, e dà origine, come reazione della pianta, alla formazione di una cintura di sughero, talora circondante, per quanto si è detto, solo in parte il frutto.

E questi effetti divengono così, in un secondo tempo, cause dirette indotte della « strozzatura », che si osserva nel frutto maturo.

I « frutti strozzati » sarebbero dunque il prodotto dei tre seguenti momenti in successione:

1) a fine antesi, la metà distale dell'ovario, in genere all'altezza delle spalle distali, rimane impegnata fra i membri dei due verticilli adiacenti;

* Anche in tal caso tuttavia, come si è accennato (fig. 12), si può avere una parziale strozzatura, visibile come un settore circolare, lineare e depressa, nel frutto maturo.



FIG. 9. — Fiore della varietà « San Marzano ». Circa $\times 7$ diam.



FIG. 10. — Particolare di fiore di « San Marzano ». La parete dell'ovario si adatta al profilo dello stame. Circa $\times 60$ diam. (Sezione come nella fig. 6).

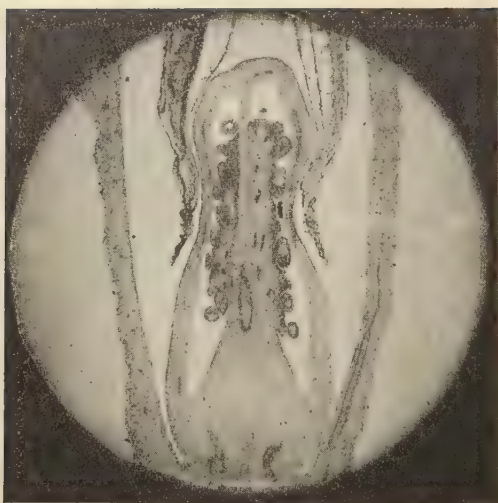


FIG. 11. — Fiore di « San Marzano » dopo l'allegagione. L'ovario rimane imprigionato entro le basi connate dell'androceo e della corolla.

Circa $\times 22$ diam. (Sezione come nella fig. 6).

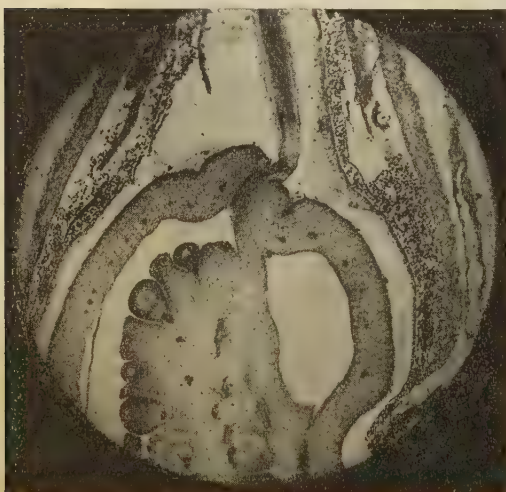


FIG. 12. — Particolare di pistillo di « San Marzano ». A destra, l'ovario non è riuscito a disimpegnarsi dai residui dei verticilli limitrofi.

Circa $\times 60$ diam. (Sezione come nella fig. 6).

2) la base connata di essi verticilli comprime, in sua corrispondenza, la parete del giovane frutto ed ivi induce fenomeni di decadimento ed ipoplastici più o meno profondi;

3) i fenomeni patologici cellulari e l'anello suberoso, che in corrispondenza di tale zona necrotica si originano, ostacolano in gran parte l'ulteriore sviluppo dei tessuti interessati.

Il fenomeno è evidentemente in rapporto con l'acquosità e turgidità estreme e con la povertà in elementi meccanici ed in concentrazione dei succhi del pomodoro. Esso tuttavia, per la maggiore resistenza dei fasci, non ostacola ingentemente di solito l'accrescimento delle parti del frutto superiori alla lesione; talora anzi (fig. 3) esercita effetto opposto, come di annulazione (la zona liberiana dei fasci è all'esterno nei carpelli).

* * *

L'alterazione di forma, più o meno frequente, è stata osservata in tutti i campi di « San Marzano » e delle soprannominate popolazioni affini delle regioni d'Italia cui si è già fatto cenno.

Nonostante si sieno al proposito osservate differenze individuali, non sembra per il momento di poter attribuire ad esse importanza preminente (come invece potè sperimentare P a p e (16) per i carpelli soprannumerari digitiformi da lui studiati).

Si è invece osservata una certa dipendenza dell'anomalia da fatti estrinseci climatici ed agronomici, i quali mi parrebbero riferibili principalmente a: 1) condizioni di regolare rifornimento idrico della coltura, manifestandosi l'alterazione più diffusamente nelle colture asciutte che non nelle irrigue; 2) condizioni stagionali di clima, sembrando la stessa alterazione più frequente nelle prime fruttificazioni che non nel colmo dell'estate.



FIG. 13. — Frutticino di « San Marzano », liberantesi normalmente dai residui del fiore.
La scala è in mm.

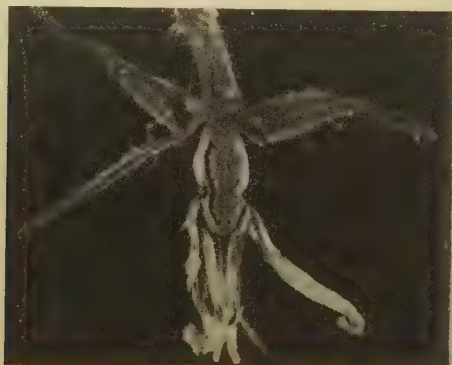


FIG. 14. — « San Marzano ». A fine antesi, l'androceo e la corolla hanno imprigionato l'ovario.
La scala è in mm.

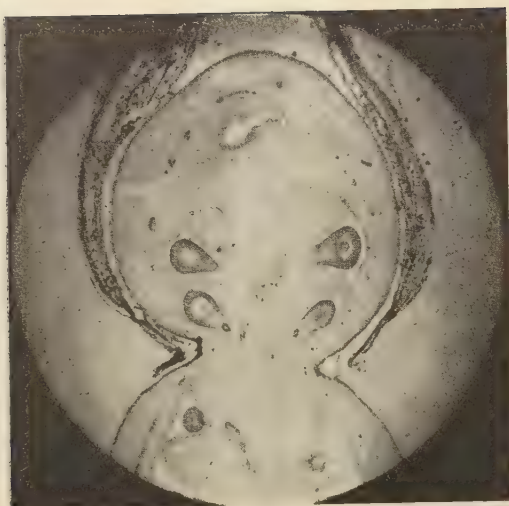


FIG. 15. — Frutticino «strozzato» di «San Marzano» in sezione. La parete del frutto mostra già evidenti lesioni. (Sezione come nella fig. 6).

blico per il marciume apicale. Di questa varietà poi l'esame microscopico sembrerebbe aver rivelato aspetti della morfologia del fiore che aiutano a intenderne le modalità dello sviluppo e contribuiscono ad una sua più profonda discriminazione dalle popolazioni con frutto multiloculare tondo-liscio o costoluto.

RIASSUNTO

L'A. descrive una comune malformazione delle varietà di pomodoro con frutto allungato, riferendosi in particolare al «San Marzano»; malformazione esternamente attribuibile a proliferazione, ma risultante invece da una profonda costrizione trasversale del frutto, specie nella parete.

L'A., dopo brevi richiami sulla morfologia e la biologia del fiore e sulla sistematica delle varietà di pomodoro, espone i dati dimensionali ed i risultati delle indagini morfologiche da lui eseguite ed attribuisce l'alterazione di forma ai seguenti fenomeni in successione:

1) la metà distale dell'ovario rimane imprigionata fra i membri dei due verticilli adiacenti (androceo e corolla);

Queste considerazioni, anche se di modesto valore pratico, sembrano dunque ancora una volta indicare, per il pomodoro, l'importanza dei fattori ambientali nel determinare la morfologia (come è ad esempio per la costolatura), la consistenza e le qualità nutritive del frutto. E, per il «San Marzano» in specie, esse sembrano ripetere in parte conclusioni già di dominio pub-

2) le basi connate di essi due verticilli ostacolano l'ulteriore accrescimento dei tessuti del frutto nella fascia trasversale che con esse si incontra;

3) i tessuti di difesa e le reazioni in genere che ivi si originano, in conseguenza dello stimolo anormale, strozzano poi il frutto secondo quanto si osserva ad occhio nudo.

L'A. mette in rapporto il fenomeno principalmente con fatti stagionali ed agronomici, richiamando la loro già nota influenza nel determinismo di fatti patologici, specie nel « San Marzano ».

SUMMARY

THE 'GROOVED FRUITS' OF THE TOMATO VARIETY 'SAN MARZANO'

by ANTONIO CICCARONE

The author describes a common malformation ('frutti strozzati') of the fruits of the tomato varieties of the Italian pear type, especially 'San Marzano'. Externally the malformation looks like a proliferation; when more carefully examined, however, it appears as a transversal, ringshaped constriction of the fruit.

After a brief review of facts relating to the floral biology and morphology and to the systematics of the tomato varieties, the author presents some dimensional data and morphological investigations and states that the malformation is caused by the following phenomena, in succession: —

(1) The distal half of the ovarium remains enclosed within the hollow core of the adjacent androecium and corolla;

(2) The connate bases of these two verticils hinder the further development of the fruit tissues, when the latter come in contact with them;

(3) The tissues and the physiological processes, which result from the response on the part of the pistil to the abnormal stimulus, induce the constriction of the fruit, in the way visible to the naked eye.

The author sets the phenomenon in relation to cultural and seasonal facts and recalls their influence as already recognized on other pathological phenomena occurring in the 'San Marzano' variety.

LAVORI CITATI

- (1) BAILEY, L. H. Standard Cyclopaedia of Horticulture. 2nd. ed. New York, Macmillan, 1916, IV, 1931-1932.
- (2) BOIS, D. Les plantes alimentaires. Paris, P. Lechevalier, 1927-1928.
- (3) COOPER, D. C. Anatomy and development of tomato flower. *Bot. Gaz.*, 1927, LXXXIII, 399-411.
- (4) DE VRIES, H. Die latente Mutabilität von *Oenothera biennis* L. Utrecht, Oosthoek, 1927, VII, 633-681.
- (5) GOEBEL, K. Organographie der Pflanzen. 3. Auflage. Jena, G. Fischer, 1928, I.
- (6) HAYWARD, H. E. The structure of economic plants. New York, Macmillan, 1938.
- (7) HEGI, G. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München, Lehmanns, 1906-1931, XXX.
- (8) JONES, S. G. Introduction to floral mechanism. *Chemical Publ.*, New York, 1939.
- (9) KNIGHT, R. I. Dictionary of genetics. *Chronica Botanica*, Waltham, 1948.
- (10) LINDSTROM, E. W. Segregation of quantitative genes in tetraploid tomato hybrids as evidence for dominance relations of size characters. *Genetics*, 1935, XX (in LUCKWILL, lavoro cit.).
- (11) LUCKWILL, I. C. The evolution of the cultivated tomato. *Journ. R. Hort. Soc.*, 1943, LXVIII, 19-25.
- (12) MACARTHUR, J. W., and BUTLER, L. Size inheritance and geometric growth processes in the tomato fruit. *Genetics*, 1938, XXIII (in LUCKWILL, lavoro cit.).
- (13) MONGANDO, A. Osservazioni sulla infiorescenza del pomodoro: *Solanum Lycopersicum* L. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, 1948, LV, 347-357.
- (14) MORSTAT, H. Allgemeine Pflanzenpathologie. In P. SORAUER u. O. APPEL. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 6. Auflage. Berlin, P. Parey, 1933, I, 80-198.
- (15) MÜHLENDYCK, E. Beiträge zur Morphologie der Frucht der Tomate (*Solanum Lycopersicum*). *Zeitschr. f. Pflanzenzücht.*, 1943, XXV, 117-163.
- (16) PAPE, H. Ueber praktische Bedeutung, Entstehungsweise und Vererbbarkeit einer Fruchtmisbildung der Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) und einiger anderer Solanaceen. *Arb. Biol. Reichsanst. für Land- und Forstwirtschaft*, 1926, XIV, 4, 567-587.
- (17) PENZIG, O. Pflanzenteratologie. 2. Aufl. Leipzig, Borntraeger, 1921-1922.

- (18) SMITH, O., and COCHRAN, H. L. Effect of temperature on pollen germination and tube growth in the tomato. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem.* 175, 1935, 3-11. (In H. E. HAYWARD, *loc. cit.*).
- (19) TRAVERSO, G. B. Teratologia vegetale. In *Enciclopedia Italiana*, Roma, 1937, XXXIII, p. 547.
- (20) VILMORIN, L. Les fleurs de pleine terre. Paris, Vilmorin-Andrieux, 1909, 1080-1081.
- (21) WETTSTEIN, R. v. Solanaceae. In A. ENGLER u. K. PRANTL. Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig, 1895, IV, 3-b.
- (22) YEAGER, A. F. Studies on the inheritance and development of fruit size and shape in the tomato. *Journ. Agric. Res.*, 1937, LV, 141-152.

JOLANDA AMICI FABRICATORE

AZIONE DEL FREDDO SU FOGLIE DI VITE

Inviata dall'Ispettorato agrario di Bassano sono pervenute a questa Stazione delle foglie di vite sulle quali si poteva notare la così detta « frastagliatura » dei margini e la « perforazione » della lamina che sono da ritenersi come due caratteristiche alterazioni provocate da abbassamento di temperatura.

La frastagliatura dei margini era data da un contorno irregolare delle foglie dovuto ora ad incavi radi e poco accentuati, ora a sinuosità poco profonde in genere, ma molto ravvicinate, così da determinare un contorno finemente articolato. A margini poco frastagliati corrispondeva una lamina fogliare quasi normale: su di essa, infatti, si potevano notare radi fori di piccole dimensioni; in queste foglie era evidente che l'alterazione era di lieve entità. In altre, molto più deformate, si poteva osservare metà della lamina fogliare con margini frastagliati e lembo perforato e metà con aspetto normale; altre ancora assumevano un caratteristico aspetto traforato con margini capricciosamente delineati: i fori, delle più svariate dimensioni, sparsi su tutta la superficie fogliare, confluivano in genere verso la parte inferiore della foglia in modo che il lembo fogliare in questa zona veniva del tutto a mancare lasciando il solo scheletro costituito dalle nervature (fig. 1).

L'esame microscopico di porzioni di lembo fogliare, prelevate vicino al margine, ha mostrato che gli strati più esterni della foglia sono formati da cellule suberificate, stratificate al disotto di elementi necrosati che, in seguito, cadono determinando così la irregolarità dei margini.

Simili aree necrotiche con conseguente processo di cicatrizzazione si osservano lungo tutto il lembo ed è da notare che questi cancri necrotici si formano sempre nel tessuto spugnoso e la formazione di sughero non si addentra mai nel palizzata (fig. 2).

Il processo della perforazione è identico a quello della frastagliatura poichè anche qui si hanno elementi necrosati circoscritti da



FIG. 1. — Foglia di vite con lamina perforata e lembo frastagliato.

cellule suberificate: in seguito le parti di tessuto morto cadono e la lamina risulta perforata.

Queste necrosi, comuni nelle zone alterate del lembo, non ho mai avuto occasione di osservarle nelle nervature.

Ho potuto constatare inoltre che il freddo agisce da stimolo nella formazione di particolari produzioni a forma di escrescenza che si originano tanto nella pagina inferiore della foglia quanto lungo i margini o le nervature.

Il primo abbozzo della formazione di queste creste si ha in alcuni elementi del tessuto spugnoso che diventano ipertrofici; successivamente si ha anche una abnorme moltiplicazione di cellule che danno luogo ad un tessuto formato da cellule parenchimatiche allungate secondo il diametro longitudinale.

Queste stesse formazioni crestiformi si possono notare anche lungo le nervature, dove sono sempre molto semplici e non hanno una localizzazione fissa: possono trovarsi, infatti, sia nella parte superiore che in quella inferiore della nervatura od anche lateralmente.

Queste escrescenze possono essere semplici, costituite cioè da un gruppo di cellule che si moltiplicano dando luogo ad una formazione pseudocilindrica più o meno lunga: così, in genere, si trovano lungo le nervature e nella pagina inferiore del lembo.

A volte invece, e ciò accade nei tratti marginali, si estendono anche in larghezza si e uniscono con altre creste formatesi nella stessa zona (fig. 3).

In tutti i casi però la loro struttura è semplicissima, costituita cioè solo da cellule parenchimatiche (fig. 4).

Ci troviamo quindi di fronte a quelle particolari formazioni che Gigante già ebbe occasione di osservare su foglie di fagiolo colpite da mosaico e che inquadrò nel gruppo delle « eteroplasie cataplasmatiche » distinguendole dalle « omeoplasie crestiformi » in quanto queste riproducono in ordine inverso i tessuti dell'organo da cui si sono dipartite, mentre le eteroplasie cataplasmatiche sono costituite da tessuti diversi da quelli originali e di inferiore differenziazione.

Nelle nervature osserviamo, oltre le creste, alcune cellule del parenchima a pareti imbrunite, particolarmente nelle zone sottostanti i vasi. Inoltre lungo il nervo mediano si notano noduli legnosi che si formano sia nella cerchia vasale normale, allargandola sensibilmente secondo l'asse maggiore, sia sparsi nel tessuto parenchimatico circostante agli elementi conduttori.

Riscontrando la letteratura ho notato che non è raro il caso di formazioni anatomiche anomale derivanti da stimoli diversi che però portano quasi sempre come conseguenza alla necrosi di un gruppo di cellule intorno alle quali si formano cordoni legnosi.

Così Biraghi ebbe occasione di osservare su tralci di vite colpiti da freddo la formazione, nel midollo, di cordoni legnosi formati intorno ad un nucleo centrale di cellule morte. La stessa origine hanno pure gli sferoblasti, che sono noduli legnosi formati nella zona corticale dei fusti di alcune specie.

Sorauer parla di cordoni legnosi costituiti intorno ad uno o due gruppi di elementi morti nella zona corticale di *Pyrus communis*,

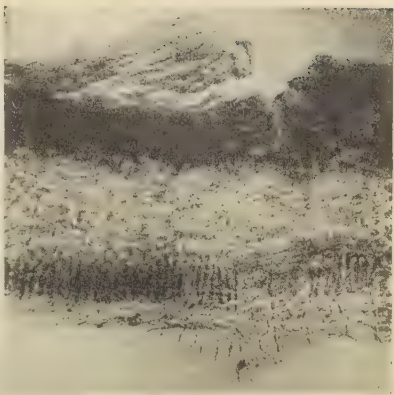


FIG. 2. — Particolare di una necrosi con formazione di sughero nel tessuto spugnoso.



FIG. 3. — Processi crestiformi complessi e semplici nella zona marginale e lungo il lembo fogliare.



FIG. 4. — Estrema semplicità di struttura delle creste dovute a processi eteroplastici.



FIG. 5. — Formazione di noduli legnosi nel parenchima di un nervo mediano.

escludendo che essi abbiano avuto origine in seguito ad un stimolo da ferita.

Nel caso da me osservato i noduli legnosi originatisi lungo il nervo mediano non si formano mai intorno a gruppi di cellule necrosate e benchè, a volta — come ho già detto — essi appaiano entro la cerchia vasale, più spesso o contemporaneamente essi sono situati alla base della nervatura o sparsi nel parenchima, in una zona quindi extracambiiale, dimodochè non possono essere considerati come una produzione del cambio normale (fig. 5).

È probabile che il freddo abbia stimolato alcuni elementi parenchimatici inducendo in essi delle modificazioni tali da alterarne la funzione.

Ritengo quindi di poter inquadrare tali anomalie istologiche nel gruppo delle metaplasie e che il freddo abbia agito direttamente sui lembi fogliari provocando, in seguito a fenomeni di necrosi,

la « frastagliatura » dei margini e la « perforazione » del lembo, mentre la sua azione su alcuni elementi interni ha avuto per effetto di modificarne la natura determinando l'insorgere di processi di eteroplasia e metaplasia.

RIASSUNTO

Nella presente nota sono descritte delle alterazioni da freddo su foglie di vite. Oltre la « frastagliatura » dei margini e la « perforazione » del lembo, conseguenze note di abbassamenti di temperatura, è stata osservata lungo i margini ed il lembo fogliare la formazione di processi crestiformi di struttura semplicissima presenti anche nelle nervature. Nel parenchima del nervo mediano inoltre si nota la comparsa di noduli legnosi. La causa di queste anomalie istologiche è da attribuirsi al freddo.

SUMMARY

ACTION OF COLD ON GRAPEVINE LEAVES

by JOLANDA AMICI FABRICATORE

In the present note are described the alterations of grapevine leaves caused by cold. Besides the 'fringing' of the margins and the 'perforation' of the surfaces, consequences noted of lowering of temperature, there was observed along the margins and the surfaces of the leaves the formation of crest-like processes of very simple structure which were present also in the veins. In the parenchyma of the middle vein the appearance of lignous nodules also was noted. The cause of the histological anomalies is to be attributed to cold.

BIBLIOGRAFIA

- BIRAGHI, A. Anomalie anatomiche di tralci di vite attribuibili all'azione di freddi tardivi. *Boll. Staz. Pat. veg.*, Roma, 1930, anno X, n. s., pp. 329-353.
- GIGANTE, R. Il mosaico della fava (*Vicia faba* L.) in Italia e comportamento di alcune leguminose di fronte ad esso. *Boll. Staz. Pat. veg.*, 1937, anno XVII, n. s., pp. 497-530.
- GIGANTE, R. Una laciniatura delle foglie di pesco causata dal freddo. *Boll. Staz. Pat. veg.*, 1940, anno XX, n. s., pp. 125-136.
- KÜSTER, E. *Pathologische Pflanzenanatomie*. 2. Aufl. 1916.
- SIBILIA, C. *Malattie delle piante*. Roma, Ramo Edit. Agricoltori, 1949.
- SORAUER, P. *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. 5. Aufl. 1924.

ROBERTO GIGANTE

MODIFICAZIONI ANATOMICHE IN FOGLIE DI PESCO COLPITE DA FREDDO

Nell'autunno del 1947, visitando un pescheto della tenuta di Fiorano, di proprietà del principe Boncompagni, ho osservato alcune piante di pesco con numerose foglie che presentavano degl'ingrossamenti lungo il nervo mediano e lungo le nervature laterali, visibili sulla pagina inferiore. Questi ingrossamenti ad un esame sommario potevano sembrare delle intumescenze, ma l'esame microscopico ha rivelato, come si vedrà in seguito, che si trattava di un'alterazione di natura diversa. L'alterazione, almeno da quanto risulta dalle osservazioni da me fatte, colpisce il nervo mediano e le nervature laterali, mentre non si manifesta in modo visibile all'esterno sulle nervature minori.

Lungo il nervo mediano e le nervature laterali si osservano, nella pagina inferiore delle foglie, degli ingrossamenti che decorrono per un tratto più o meno esteso e che talvolta possono anche interessare il nervo in tutto il suo percorso. Questi ingrossamenti sono più sviluppati nel senso della larghezza che in quello dell'altezza, per cui nei tratti alterati le nervature si presentano sotto forma di sottili banderelle in rilievo. L'ingrossamento non è generalmente uniforme lungo il tratto alterato delle nervature e perciò le banderelle mostrano i margini sinuosi ed irregolari. In corrispondenza delle aree alterate le nervature assumono una colorazione verde chiara o biancastra e quindi le foglie presentano, nella pagina inferiore, delle striature chiare più o meno ampie ed irregolari. Gli ingrossamenti possono comparire contemporaneamente nel nervo mediano e nelle nervature laterali di una medesima foglia (fig. 1 B), e questo è il caso più frequente; altre volte compaiono solo sul nervo mediano o solo sulle nervature laterali (fig. 1 A). Oltre allo schiarimento dei tratti alterati delle nervature nella pagina inferiore delle foglie, non ho notato in queste altri tipi di maculatura o di necrosi visibili all'esterno.

L'alterazione si manifesta nella forma più grave nelle foglie basali dei rametti, quelle cioè che sono spuntate per prime. Man mano



FIG. 1. — Foglie di pesco con le nervature ingrossate.

che si procede verso l'apice del rametto gli ingrossamenti delle nervature vanno facendosi meno evidenti e nello stesso tempo più radi, fino a che si arriva alle foglie apicali nelle quali generalmente mancano del tutto.

Oltre all'ingrossamento delle nervature ho notato spesso sulle foglie un incurvamento dei margini in senso parallelo al decorso del nervo mediano e talvolta un vero e proprio accartocciamento. L'accartocciamento non si limita alle foglie che presentano l'ingrossamento delle nervature ma interessa anche le foglie apicali, in cui le nervature rimangono normali (fig. 2).



FIG. 2. — Rametto di pesco con foglie accartocciate.

L'esame microscopico delle sezioni di foglie eseguite in corrispondenza dei tratti di nervo ingrossati ha rivelato che questo ingrossamento è dato da un'iperplasia, nel senso della larghezza, del cordone fibro-vascolare del nervo e da un sollevamento dell'epidermide inferiore e del tessuto spugnoso, dovuto allo staccarsi di quest'ultimo dal tessuto a palizzata ai due lati del nervo ed al conseguente formarsi di una lacuna.

In alcuni casi si ha un semplice sollevamento dell'epidermide della pagina inferiore nei tratti di lamina adiacenti al nervo mediano, che ha per conseguenza la formazione di una lacuna fra l'epidermide stessa ed il tessuto spugnoso. In seguito all'accrescimento della foglia

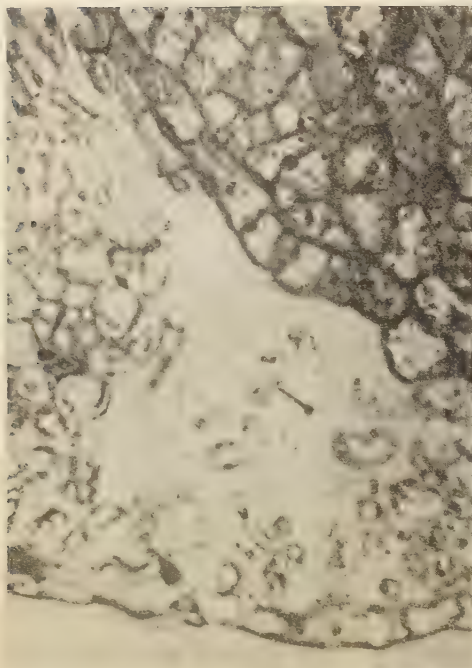


FIG. 3. — Parte di una sezione del nervo mediano con una lacuna formatasi in seguito al distacco dell'epidermide.

ed alle contrazioni ed agli stiramenti durante lo sviluppo dei tessuti fogliari, la lacuna così formata può aumentare di dimensioni ed estendersi anche fino al cordone fibro vascolare della nervatura (fig. 3). Il distacco dell'epidermide inferiore dal tessuto spugnoso dà luogo ad un sollevamento a volta di questa, che rimane visibile anche all'esterno sotto forma di bolle longitudinali, decorrenti lateralmente al nervo mediano o anche alle nervature laterali.

Molto più frequentemente avviene la separazione del tessuto spugnoso dal tessuto a palizzata, mentre l'epidermide inferiore non

si stacca affatto dal tessuto spugnoso, ma rimane ben aderente ad esso. Staccandosi il tessuto spugnoso dal tessuto a palizzata, si forma fra questi tessuti una lacuna che dal nervo mediano o da uno dei nervi laterali s'inoltra per un tratto più o meno ampio nel mesofilo. Il distacco del tessuto a palizzata da quello spugnoso e la formazione della lacuna che li separa determinano il sollevamento della superficie fogliare, in alcuni tratti, ai due lati delle nervature, per cui queste appaiono all'esterno notevolmente ingrossate. Lo strato interno del tessuto spugnoso che tappezza la lacuna è formato, nel maggior numero dei casi, da cellule anormali, le quali non hanno più la caratteristica forma a contorni irregolari, ma si presentano più o meno allungate, spesso filamentose, misuranti fino a 50-60 μ . di lunghezza: talora assumono l'aspetto di brevi cellule cilindriche o anche di cellule rotondeggianti dal diametro di 8-13 μ . Anche lo strato interno delle cellule a palizzata presenta elementi cilindrici filamentosi, spesso

più sottili e più lunghi delle cellule a palizzata normali: anche qui non di rado s'incontrano delle cellule tondeggianti come nello strato interno delle cellule del tessuto spugnoso (fig. 4).

Al centro e cioè fra le due lacune, si trova il fascio fibro-vascolare della nervatura. Mentre nelle nervature delle foglie sane i fasci fibro-vascolari sono normali, le nervature alterate presentano notevoli anomalie nella struttura e nella disposizione dei loro tessuti.

Le nervature delle foglie normali di pesco hanno una struttura corrispondente a quella dei fasci vascolari del

fusto. Nelle sezioni trasversali del nervo mediano di una foglia di pesco sana si ha la seguente disposizione dei tessuti: epidermide superiore, alcuni strati di cellule collenchimatiche, alcuni strati del parenchima perivasale, il cordone legnoso disposto a semicerchio in cui sono ben visibili i vasi legnosi disposti radialmente con molta regolarità, il cambio, il cordone floematico disposto pure regolarmente a semicerchio all'esterno del cambio, il parenchima perivasale con numerosi strati di cellule, alcuni strati di cellule collenchimatiche e infine l'epidermide inferiore (fig. 5).

Nelle sezioni trasversali condotte in corrispondenza dei tratti ingrossati delle nervature, si nota facilmente che i fasci vascolari si presentano molto maggiormente sviluppati che quelli delle nervature delle foglie sane. In alcuni casi lo sviluppo anormale dei fasci vascolari avviene con una certa regolarità e quindi nelle sezioni la larghezza del fascio risulta presso a poco eguale alla sua altezza (fig. 6). In altri casi invece lo sviluppo è più accentuato secondo il diametro

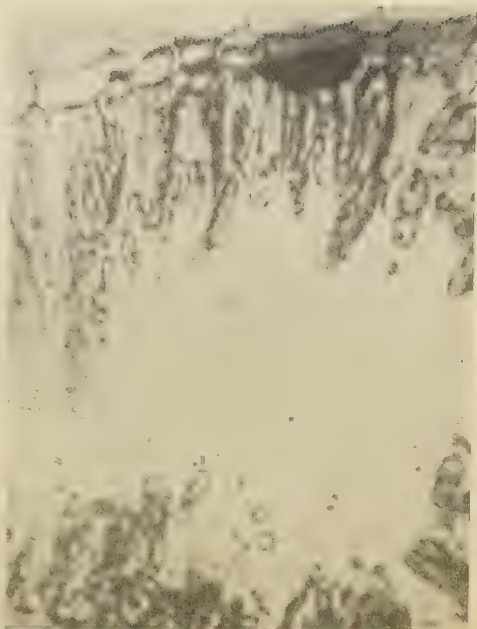


FIG. 4. — Lacuna formatasi in seguito al distacco del tessuto e palizzata dal tessuto spugnoso.

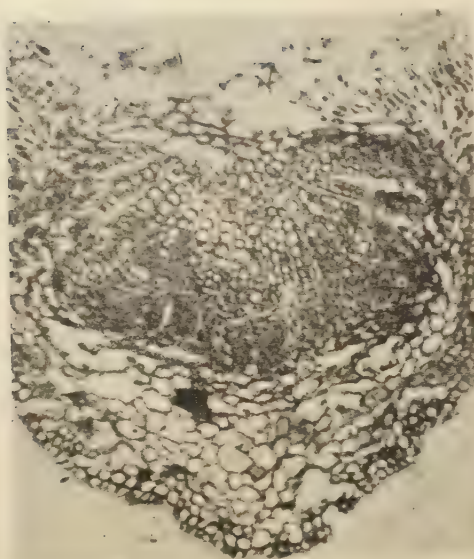


FIG. 5. — Sezione trasversale del nervo mediano di una foglia normale di pesce.

trasversale e perciò il fascio appare appiattito. In conseguenza del loro sviluppo esagerato i fasci si estendono fino quasi a raggiungere l'epidermide superiore, rimanendo separati da questa da uno o da due strati di cellule collenchimatiche compresse. A volte si nota anche la totale assenza di elementi collenchimatici fra fasci ed epidermide superiore. In corrispondenza della costola del nervo mediano o di qualche nervo laterale, il parenchima periva-

sale è per lo più scom-

parso e fra fascio ed epidermide inferiore si osservano anche qui uno o due strati di cellule collenchimatiche, le quali vengono a mancare quando il fascio si spinge fino a toccare l'epidermide inferiore. Spesso ad una certa distanza dal fascio vascolare principale del nervo mediano

si trova un secondo fascio di dimensioni inferiori di quelle del primo (fig. 7) o anche di dimensioni pressochè eguali. I due fasci sono generalmente separati da una lacuna. A volte i due fasci sono molto vicini l'uno all'altro ed in alcuni casi vengono a contatto, saldandosi lungo i

margini interni (fig. 8). Ho potuto anche osservare la formazione di tre fasci vascolari: due

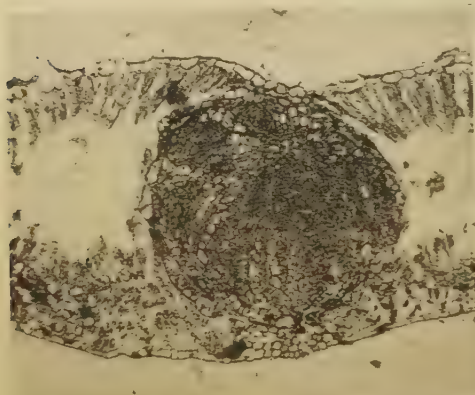


FIG. 6. — Fascio alterato di una nervatura ingrossata, con due lacune laterali.

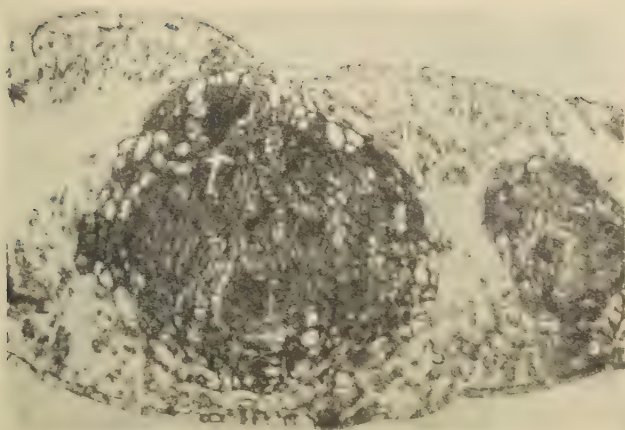


FIG. 7. — Fascio vascolare principale di una nervatura ingrossata e fascio vascolare minore, separati da una lacuna.

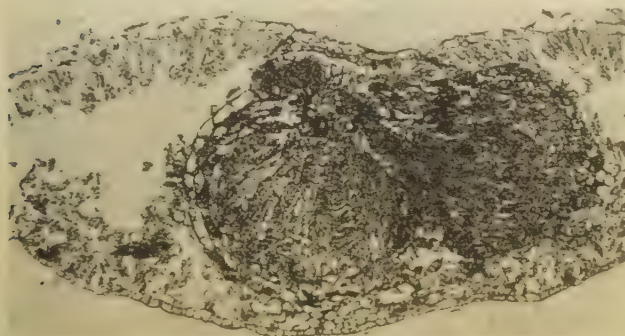


FIG. 8. — Fascio vascolare composto, formato dalla saldatura di due fasci vascolari semplice.

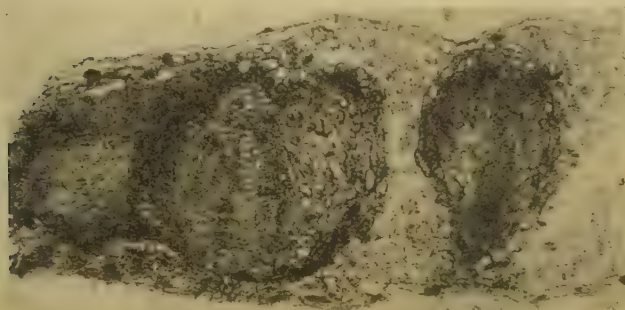


FIG. 9. — Fascio vascolare composto vicino al quale si trova un fascio semplice.

saldati assieme ed uno distinto, separato dagli altri due da una lacuna, com'è appunto il caso rappresentato dalla fig. 9.

La struttura e la disposizione dei tessuti dei fasci vascolari, nelle nervature ingrossate, presentano, com'è stato già accennato prima,

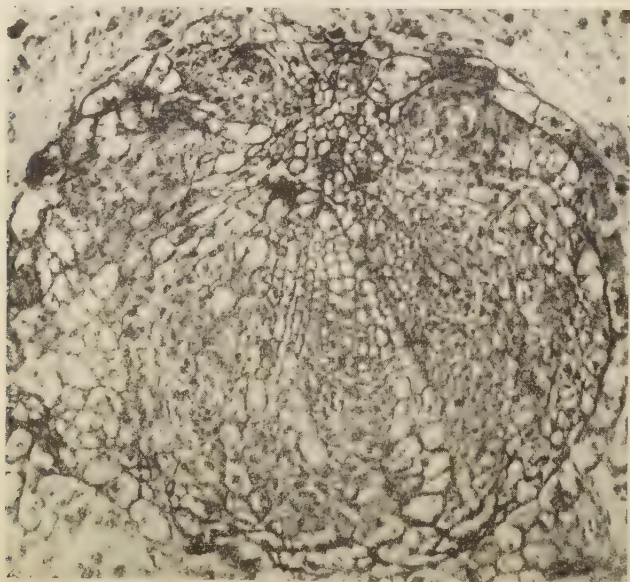


FIG. 10. — Fascio vascolare anormale di un nervo mediano ingrossato.

notevoli anomalie. Invece della caratteristica disposizione dei cordoni legnosi e dei cordoni floematici a semicerchio, come nei fasci vascolari delle nervature delle foglie normali, si osserva uno sviluppo confuso ed irregolare degli elementi vascolari. Mentre nei fasci delle nervature normali il cordone legnoso è tipicamente separato dal cordone floematico dalla zona cambiale, nei fasci alterati non si osserva più alcuna traccia distinta di cambio (fig. 10). Nelle nervature ingrossate la parte predominante del fascio è costituita da elementi parenchimatici più o meno irregolari, tendenti, fino ad un certo punto, alla disposizione radiale. Il cordone legnoso si trova in alto verso l'epidermide superiore: esso è per lo più formato da un blocco centrale di elementi vasali, da cui partono radialmente delle diramazioni che s'inoltrano, per un certo tratto, nel tessuto anormale che forma il fascio alterato. Non vi è una netta distinzione fra cordone legnoso e

cordone floematico: il blocco legnoso centrale e le sue diramazioni sono circondati da una parenchima irregolare, caratteristico delle neoplasie, del tipo di quello che si osserva nelle formazioni cancerose e nelle ferite. Il fascio alterato risulta quindi formato da elementi

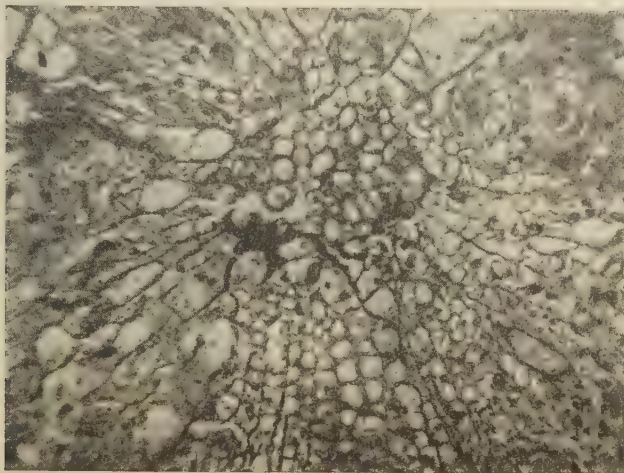


FIG. 11. — Particolare ingrandito della fig. 10.

legnosi ben differenziati e circondati da un parenchima irregolare in mezzo al quale non si riescono ad identificare elementi cribrosi ben definiti (fig. 11). Il parenchima così formato non risulta omogeneo ma si presenta costituito da cellule di dimensioni molto varie che si alternano irregolarmente. Si nota per lo più una tendenza alla disposizione radiale delle cellule, però spesso tale disposizione è interrotta da noduli formati da cellule più piccole con nuclei ben evidenti: in molti casi questi noduli sono circondati da uno strato di cellule grandi che li racchiudono come in una guaina (fig. 12 A). Altre volte in mezzo al parenchima dei fasci anormali si osservano delle cellule strette, allungate, fusiformi, ad andamento irregolare e serpeggiante (fig. 13), del tipo di quelle osservate, in alcuni casi, nei tumori prodotti dalla *Pseudomonas tumefaciens* (Smith, fig. 353 a p. 464).

Nei fasci alterati si notano con una certa frequenza processi di necrosi interessanti una singola cellula o anche gruppi più o meno estesi di cellule (fig. 12 B). Quando la necrosi colpisce gruppi estesi di cellule e specialmente nei casi in cui le aree colpite hanno un decorso tortuoso ed irregolare, i tessuti necrotici si screpolano facilmente,

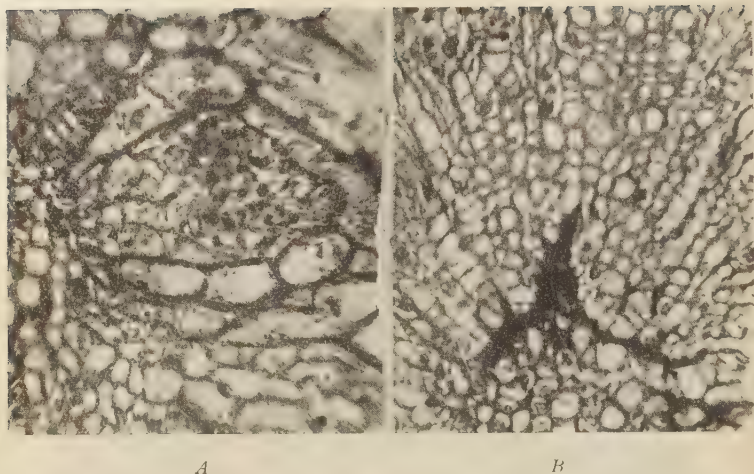


FIG. 12. — *A*: nodulo di cellule minute circondate da una guaina di cellule più grandi, nel parenchima anormale del fascio vascolare di una nervatura ingrossata. — *B*: gruppo di cellule necrotiche nel cordone legnoso di un nervo ingrossato.

dando così origine a cavità più o meno estese, nell'interno del fascio. Queste necrosi e quindi anche le lacune possono formarsi sia nel fascio del nervo mediano sia nel fascio di una nervatura laterale.

A volte, nei tratti di lamina compresi fra due nervature minori alterate contigue, si estende un tessuto di neoformazione compatto, composto di cellule parenchimatiche con pareti alquanto ispessite, strettamente addossate le une alle altre, orientate secondo il diametro dorsoventrale della foglia (fig. 14). Questo parenchima anormale è in diretta connessione coi tessuti anormali dei fasci vascolari a cui fa capo e si estende fra il tessuto a palizzata ed il tessuto spugnoso. In alcuni casi il parenchima anormale si estende fino a raggiungere l'epidermide inferiore, sostituendosi al tessuto spugnoso; molto meno frequentemente invece si spinge fino all'epidermide superiore, occupando quindi in quei tratti il posto del tessuto a palizzata. Il parenchima anormale può anche raggiungere l'epidermide superiore da una parte e l'epidermide inferiore dall'altra. Non di rado il tessuto spugnoso ed il parenchima anormale risultano separati da una lacuna ed altrettanto può poi avvenire fra parenchima anormale e tessuto a palizzata. In questa lacuna lo strato interno del tessuto spugnoso è formato da cellule allungate, talvolta sottili e filamentose che sporgono nell'interno della cavità; lo strato interno del parenchima anormale, che forma una delle pareti della cavità, è formato da cellule

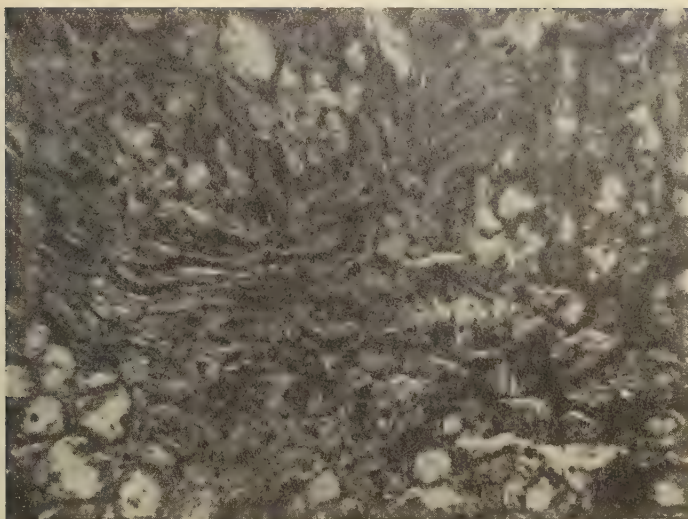


FIG. 13. — Cellule fasciformi ad andamento tortuoso nel parenchima anormale del fascio vascolare di un nervo ingrossato.

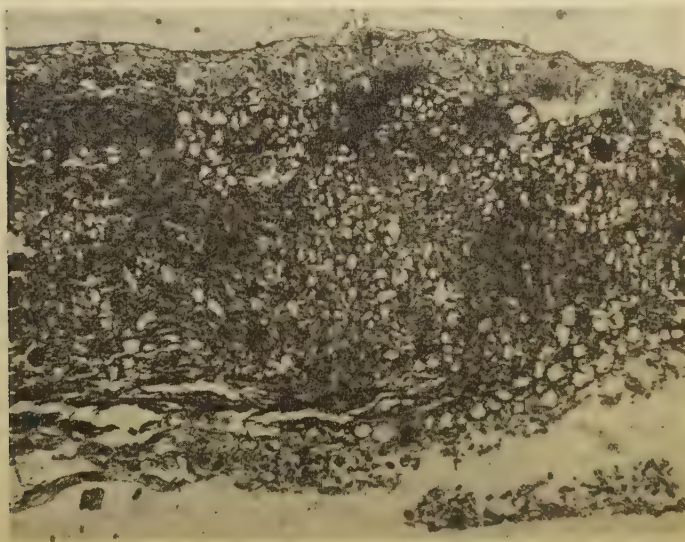


FIG. 14. — Parenchima anormale, situato fra il tessuto a palizzata ed il tessuto spugnoso, decorrente in una zona della lamina compresa fra due nervature contigue.

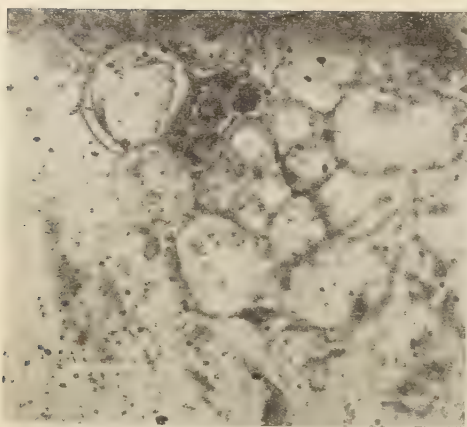


FIG. 15. — Cordone vascolare extrafascicolare in un nervo mediano ingrossato.

alquanto più allungate delle altre, spesso rigonfiate a clava od otriformi. Anche nelle lacune formatesi fra parenchima anormale e tessuto a palizzata si osserva lo stesso fenomeno. Il parenchima anormale non è sempre costituito da elementi regolari ma è spesso interrotto da noduli di cellule isodiametriche che si dispongono in circolo o da striscie di cellule fusiformi a decorso tortuoso e ser-

peggiante, analoghe alle formazioni descritte nei fasci anormali del nervo mediano e delle nervature laterali.

Nelle nervature, oltre ai fasci vascolari anormali, si osservano anche dei cordoni vascolari extrafascicolari, situati generalmente fra il fascio vascolare stesso e l'epidermide e precisamente nel tessuto spugnoso. Tali cordoni sono costituiti da elementi legnosi ed elementi floematici distinti (fig. 15). In una stessa nervatura ho potuto osservare da due a quattro di questi cordoni extrafascicolari.

Come causa di questo sviluppo anormale dei fasci vascolari, della disposizione irregolare dei tessuti delle nervature e dalla formazione delle lacune può essere ritenuta l'azione del freddo. Infatti nelle sezioni trasversali dei rametti di pesco, portanti le foglie colle nervature ingrossate, sono visibili chiaramente le caratteristiche alterazioni prodotte dal freddo. Nella cerchia legnosa del rametto si osservano numerose lacune piene di gomma (fig. 16) fra le primane ed il legno secondario, inoltre numerosi vasi, specialmente quelli del legno primaticcio risultano imbruniti, coi lumi ostruiti da tilli e molti anche pieni di gomma. Anche nella corteccia sono state riscontrate ampie lacune attribuibili all'azione del freddo (fig. 17).

Nella letteratura fitopatologica non mancano casi di ingrossamenti delle nervature fogliari attribuite all'azione del freddo. Nel

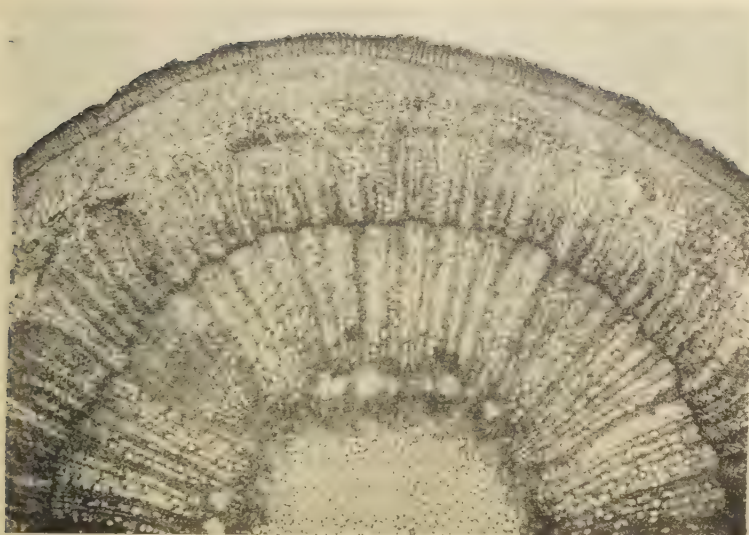


FIG. 16. — Sezione trasversale di un rametto di pesco, con lacune nello xilema.

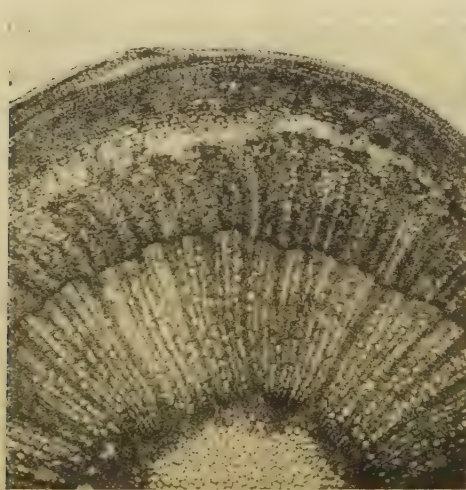


FIG. 17. — Sezione trasversale di un rametto di pesco, con lacune nel floema.

1902 Sora uer descrive un ingrossamento delle nervature, accompagnato dalla comparsa di macchie biancastre, in foglie di melo e di ciliegio colpite dal freddo. L'ingrossamento è dovuto in questo caso al distacco e al sollevamento dell'epidermide inferiore dal tessuto spugnoso, in seguito a cui si forma una lacuna che viene in parte riempita da proliferazioni delle cellule del tessuto spugnoso che tappezzano la cavità: talvolta queste proliferazioni si spingono fino a raggiungere l'epidermide inferiore. Questi ingrossamenti delle nervature sono stati designati da S o r a u e r col nome di « Frostblasen » (bolle da freddo). Nel 1904 S o l e r e d e r osserva e descrive la formazione di « bolle da freddo » su foglie di albicocco e di bosso. N o a c k (1905) ha condotto studi accurati sulla formazione delle « bolle da freddo » nelle foglie di diverse piante, fra cui la endivia, l'edera, l'erba medica, la bieta.

Nelle foglie di pesco alterate, l'ingrossamento delle nervature è dovuto all'esagerato sviluppo in larghezza dei fasci fibrovascolari e al distacco del tessuto a palizzata dal tessuto spugnoso nei tratti adiacenti alle nervature stesse. Nei casi di « bolle da freddo » descritte dagli Autori sopra menzionati non v'è alcun accenno a vere e proprie anomalie nella struttura dei fasci e l'ingrossamento delle nervature è dovuto al semplice sollevamento dell'epidermide nei tratti di lamina contigui alle nervature.

Secondo S o r a u e r (1902) la formazione delle lacune avviene perchè la giovane foglia, sotto l'azione del freddo si contrae longitudinalmente ed anche in senso radiale, ai due lati del nervo mediano. In seguito a queste contrazioni avvengono degli stiramenti nei tessuti fogliari che hanno per conseguenza il distacco dell'epidermide dal tessuto spugnoso e la formazione di una cavità, in cui le cellule di questo tessuto, non più impedito dall'epidermide, si sviluppano liberamente prendendo forma di filamenti clavati od otriformi. S o r a u e r ritiene quindi che la formazione delle « bolle da freddo » avvenga per via puramente meccanica in seguito a contrazioni ed a stiramenti dei tessuti.

N o a c k invece ritiene che la formazione delle « bolle da freddo » e cioè delle lacune nelle foglie ed anche nei picciuoli e nei rametti avvenga in seguito alla formazione di ghiaccio negli spazi intercellulari. Quando la temperatura scende alquanto al di sotto del punto di congelamento, relativo ai tessuti di una determinata pianta, l'acqua passata per l'azione del freddo dalle cellule negli spazi intercellulari, comincia qui a solidificarsi. La solidificazione dell'acqua, cioè il suo passaggio allo stato di ghiaccio, avviene con notevole aumento di

volume. Accumulandosi quindi l'acqua in quantità considerevole negli spazi intercellulari avviene spesso che, coll'avvenire del congelamento, l'aumentato volume del ghiaccio rispetto a quello dell'acqua causi un distacco degli elementi cellulari per cui si formano delle lacune.

Tutte e due queste teorie sulla formazione delle lacune per azione del freddo sono attendibili e sono suffragate da osservazioni minuziose. Possono presentarsi dei casi in cui le lacune si originano esclusivamente per via meccanica, in seguito a contrazioni ed a stiramenti che avvengono nei tessuti fogliari per effetto di freddi intensi, come ha dimostrato *Sora uer*. D'altra parte è stato anche provato che in determinati casi le lacune nelle foglie, come pure nei rami, vengono prodotte in seguito alla formazione di ghiaccio negli spazi intercellulari, la quale provoca il distacco degli elementi cellulari l'uno dall'altro, come risulta dagli studi divari autori fra cui *Sachs*, *Müller-Thurgau*, *Molish*, *Noack*. È anche molto probabile che in diversi casi la formazione delle lacune sia dovuta a tutte e due le cause, e cioè alla formazione di ghiaccio negli spazi intercellulari e a contrazioni e stiramenti che si verificano nei tessuti degli organi in cui queste si formano.

Nelle foglie di pesco da me studiate le lacune, che si formano ai due lati del nervo mediano e delle nervature laterali, sono dovute evidentemente a contrazioni ed a stiramenti dei tessuti, però non si esclude che possano essere state favorite anche dalla formazione di ghiaccio negli spazi intercellulari. La formazione di lacune in queste foglie è anche causata, in alcuni casi, dall'esagerato sviluppo in larghezza del fascio vascolare del nervo mediano e talvolta anche di quelli delle nervature laterali, i quali si insinuano nel mesofillo e causano la lacerazione dei tessuti di questo ed il distacco del tessuto spugnoso dal tessuto a palizzata.

Anche il fatto che l'ingrossamento delle nervature avvenga in modo chiaramente visibile all'esterno, nelle foglie basali dei rametti, mentre le foglie apicali rimangono per lo più inalterate, può essere considerato come una conferma che l'alterazione in parola sia stata causata dall'azione del freddo. Infatti, nel caso che il freddo colpisca le piante quando le gemme fogliari sono ancora chiuse, le foglioline esterne della gemma risultano le più danneggiate, mentre quelle interne sfuggono più facilmente all'azione nociva del freddo, essendo riparate dalle prime. Le foglioline esterne delle gemme sono appunto quelle che corrispondono alle foglie basali dei rametti e presentano in forma più grave l'alterazione. Se invece l'azione del freddo si fa sentire quando

sui giovani germogli sono già spuntate delle foglie, queste risulteranno danneggiate in modo più o meno grave a seconda dell'intensità del freddo stesso: queste saranno appunto le foglie che presenteranno l'alterazione nella forma più grave, mentre invece sulle foglioline che spunteranno dopo, l'alterazione si presenterà in forma lieve o non si presenterà affatto.

RIASSUNTO

È descritta un'alterazione delle foglie di pesco consistente nell'ingrossamento del nervo mediano e delle nervature laterali, spesso accompagnato dall'accartocciamento delle foglie. Tale ingrossamento è dovuto ad un esagerato sviluppo del fascio vascolare della nervatura, al distacco del tessuto a palizzata dal tessuto spugnoso e dal conseguente sollevamento di questo ai due lati del nervo mediano e delle nervature laterali. I fasci vascolari anormali sono costituiti da un cordone legnoso ridotto, circondato da un parenchima con elementi irregolari, in cui non sono distinguibili chiaramente gli elementi floematici. Si osserva spesso la presenza di due o tre fasci vascolari distinti o anche saldati assieme. È stata pure riscontrata la presenza di cordoni vascolari extrafascicolari. Quest'alterazione va attribuita all'azione del freddo. Nei rametti di pesco che hanno dato origine alle foglie alterate sono state osservate le caratteristiche alterazioni causate dal freddo.

SUMMARY

ANATOMICAL IRREGULARITIES IN PEACH LEAVES INDUCED BY COLD

by ROBERTO GIGANTE

An alteration of peach leaves, consisting in a swelling of the midrib and the lateral veins, often accompanied by rolling of the leaves, is described. The swelling is due to an excessive development of the vascular bundle of the nerve and the separation of the palisade tissue from the spongy parenchyma and to the consequent detachment of this at the two sides of the midrib and the lateral nerves. The abnormal vascular bundles are formed by a thinner woody bundle

surrounded by a parenchyma with irregular cells in which the phloematic elements are not clearly distinguishable. Two or three distinct vascular bundles are often visible and they may be also joined together. The presence of extrafascicular bundles has also been observed. This alteration is due to the action of cold. The twigs bearing the altered leaves show the characteristic alterations induced by cold.

BIBLIOGRAFIA

- MOLISH, H. Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. 1897.
- MÜLLER-THURGAU, H. Ueber das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen. I. *Landw. Jahrb.*, 1880, IX, 152-190.
- MÜLLER-THURGAU, H. Ueber das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen. II. *Landw. Jahrb.*, 1886, XV, 453-609.
- NOACK, F. Über Frostblasen und ihre Entstehung. *Zeitschr. Pflanzenkr.*, 1905, XV, 29-44.
- PRILLIEUX, E. Sur la formation de glaçons à l'intérieur des plantes. *Ann. Sci. Nat.*, V sér., 1869, XIII, 125-134.
- SACHS, J. Krystallbildung bei dem Gefrieren und Veränderung der Zellhäute bei dem Aufthauen saftiger Pflanzentheile. *Ber. Verhand. König. Sachs. Ges. Wiss., Math.-Phys. Cl.*, Leipzig 1860, XII, 1-50.
- SMITH, E. F. Bacterial diseases of plants. 1920.
- SOLEREDER, H. Frostblasen und Frostflecken an Blättern. *Zentralbl. Bakteriolog.*, 2. Abt., 1904, XII, 253-262.
- SORAUER, P. Frostblasen an Blättern. *Zeitschr. Pflanzenkr.*, 1902, XII, 44-47.
- SORAUER, P. Die mechanischen Wirkungen des Frostes. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 1906, XXIV, 43-54.

PREPOSTO ALLA PUBBLICAZIONE : GIULIO TRINCHIERI

Finito di stampare il 31 agosto 1950

NORME PER I COLLABORATORI

1. - Sono accolti per la pubblicazione negli *Annali della Sperimentazione Agraria* unicamente i lavori originali, a carattere sperimentale, eseguiti negli Istituti di sperimentazione agraria dipendenti dal Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste o da questi sussidiati. I lavori, di norma, non debbono superare 32 pagine di stampa; le tabelle e le illustrazioni debbono essere ridotte allo stretto necessario.

2. - I lavori di cui si chiede la pubblicazione debbono essere inviati alla Redazione degli *Annali della Sperimentazione Agraria* (Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Direzione Generale della Produzione Agricola, Divisione III) redatti nella forma definitiva e dattilografati; saranno trasmessi alla Redazione suddetta insieme con una lettera di accompagnamento firmata dal direttore dell'Istituto da cui essi provengono. Gli originali non saranno restituiti agli autori.

3. - I nomi scientifici (latini) di piante e animali debbono essere scritti — eccezion fatta per la lettera iniziale dei nomi dei generi — in lettere minuscole e sottolineati con una linea intera. I nomi delle varietà (non latini) debbono essere scritti in lettere minuscole, non sottolineati, e fra virgolette.

I nomi degli autori citati nel testo, nonché le parole o frasi su cui si desidera di richiamare l'attenzione del lettore, debbono essere sottolineati con una linea spezzata (-----).

Gli autori sono pregati di non sottolineare parole o frasi per nessun'altra ragione e di non scrivere intere parole o frasi in lettere maiuscole.

4. - Per i numeri decimali debbono essere adoperate virgole e mai punti, così nel testo come nelle tabelle.

5. - Per le unità di misura si farà sempre uso delle apposite abbreviazioni. Per es.:

m	= metro	γ	= milionesimo di grammo	cc	= centimetro cubico
dm	= decimetro	%	= per cento	h	= ora
cm	= centimetro	N	= normale	min	= minuto primo
mm	= millimetro	pH	= pH, Ph	sec	= minuto secondo
μ	= micron	cm²	= centimetro quadrato	σ	= millesimo di secondo
μm	= micromicron	mm²	= millimetro quadrato	‰	= per mille
m²	= metro quadrato	'	= minuto d'arco	0, N	= decimo normale
mol	= grammo molecola	"	= secondo d'arco	g-eq	= grammo equivalente
milmol	= grammo molecola 1000	l	= litro		

6. - Le formule chimiche debbono essere scritte con indici in basso. Es.: CO₂.

7. - Le chiamate nel testo di eventuali note messe a pie' di pagina debbono essere indicate per mezzo di asterischi.

8. - I grafici debbono essere tracciati con inchiostro di Cina su cartoncino bianco levigato, ma non lucido.

9. - Le tabelle debbono essere scritte su fogli distinti da quelli del testo; separati da quest'ultimo debbono essere anche le fotografie, i disegni e le relative didascalie.

10. - Ogni lavoro deve essere sempre accompagnato da un riassunto (in forma impersonale) del suo contenuto essenziale (scopo del lavoro, risultati ottenuti). Detto riassunto sarà pubblicato anche in lingua inglese.

11. - L'elenco bibliografico, compilato secondo l'ordine alfabetico dei cognomi degli autori citati e munito dei numeri progressivi di riferimento a quest'ultimi, deve trovarsi alla fine del lavoro.

I numeri di riferimento bibliografico, nel testo, debbono essere scritti tra parentesi, al livello del testo stesso.

I dati relativi a ogni citazione bibliografica saranno indicati nell'ordine seguente:

a) cognome (i) dell'autore e iniziale (i) del suo nome (o dei suoi nomi); b) titolo del lavoro citato; c) titolo del periodico in cui il lavoro è inserito; d) luogo di stampa del periodico; e) data di pubblicazione (anno o mese) del periodico; f) numero dell'annata o del volume, del tomo o del fascicolo del periodico; g) numero delle pagine (prima e ultima) del lavoro citato; h) numero delle figure o tavole (nel testo o fuori testo); i) materiale bibliografico elencato alla fine del lavoro, ove questo materiale presenti uno speciale interesse per il lettore; j) nelle citazioni bibliografiche di opere non periodiche, intercalare, tra il luogo e la data di pubblicazione, il nome dell'editore o dell'impresa editoriale e far seguire il numero del volume o tomo cui ci si riferisce, nonché quello delle pagine, delle figure, ecc.

Gli *Annali della Sperimentazione Agraria* (nuova serie) sono in vendita presso la

LIBRERIA DELLO STATO

Piazza Giuseppe Verdi, ROMA

Prezzo di ogni numero: L. 400 (per l'estero il doppio)